



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

BUTEXCOMP

“Kompozit Malzeme ve Teknik Tekstil Prototip Üretim ve Uygulama Merkezi” Teknik Destek Projesi

KONU: Kompozit Malzeme Ve Kompozit Malzemelerin Üretim Teknolojileri, Uygulamaları





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1. Kompozit Malzeme Ve Kompozit Malzemelerin Üretim Teknolojileri, Uygulamaları

Kompozit malzeme (aynı zamanda bir bileşim malzemesi olarak da adlandırılır veya genel adı olan kompozite kısaltılmıştır), iki veya daha fazla bileşen malzemeden üretilen bir malzemedir. Bu malzemeler, oldukça farklı kimyasal veya fiziksel özelliklere sahiptir ve tek tek elemanlardan farklı özelliklere sahip bir malzeme oluşturmak için birleştirilir. En eski kompozit malzemeler, bina inşaatı için tuğlalar oluşturmak üzere birleştirilen saman ve çamurdan yapılmıştır. Antik tuğla yapımı Mısır mezar resimleri tarafından belgelenmiştir. Tipik tasarlanmış kompozit malzemeler şunları içerir:

- Betonarme ve duvarcılık,
- Kontrplak gibi kompozit ahşap,
- Lif takviyeli polimer veya cam elyafı gibi güçlendirilmiş plastikler,
- Seramik matris kompozitler (kompozit seramik ve metal matrisler),
- Metal matris kompozitler,
- ve diğer gelişmiş kompozit malzemeler...





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1. Kompozit Malzeme Ve Kompozit Malzemelerin Üretim Teknolojileri, Uygulamaları

CTP, cam elyafı ile takviye edilerek fiziksel mukavemet değerleri arttırılmış doymamış polyesterden oluşan kompozit bir malzemedir.

“CTP”, Cam elyafı Takviyeli Polyester sözcüklerinin baş harflerinden oluşan, Türkçe bir kısaltmadır. Yabancı ülkelerde de benzer kısaltmalarla ifade edilen bu kavramın bazı örnekleri aşağıda verilmiştir;

| | |
|--------------|---|
| Amerika’da | : GRP (Glass fiber Reinforced Plastic) |
| İngiltere’de | : FRP (Fiber glass Reinforced Plastic) |
| Fransa’da | : PRFV (Plastique Renforce de Fibres de Verre) |
| Almanya’da | : GFK (Glasfaser Kunstsoffe) |
| İtalya’da | : PRFV (Plastici Rinforzati di Fibro di Vetro) |





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1. Kompozit Malzeme Ve Kompozit Malzemelerin Üretim Teknolojileri, Uygulamaları

Ana matris dışındaki diğer yardımcı malzemeler:

- Jelkotlar
- Pigmentler
- Katalizörler(Sertleştiriciler) & Hızlandırıcılar(Promotörler)
- Kalıp Ayırıcılar
- Fırça & Rulo Temizleyiciler
- Pasta/Cila Sistemleri
- Elyaf Makasları
- Ölçüm Kapları
- Model Macunu
- Eldiven&Maske&Gözlük&Önlük vb.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1. Kompozit Malzeme Ve Kompozit Malzemelerin Üretim Teknolojileri, Uygulamaları

Kompozitlerin Yeniden İşlenebilme Sınıfına Göre Sınıflandırılması:

Kompozit malzemeler, yeniden işlenebilme sınıfına göre şu şekilde sınıflandırılabilir;

- Termoset kompozitler,
- Termoplastik kompozitler.

Termoplastikler ve termosetler, sıcak ortamdaki davranışlarına göre farklılaşan iki ayrı polimer sınıfıdır. İkisi arasındaki temel hammadde farkı; termosetler sertleştiğinde kalıcı olarak katı halde kalırken, termoplastiklerin yeniden eritilebilmesidir. Bu fiziksel özelliklerin bir sonucu olarak, termoplastik malzemeler düşük erime noktalarına sahipken, termosetler şekilsel ve mekanik özelliklerde kayıplar olmadan yüksek sıcaklıklara dayanabilir.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1. Kompozit Malzeme Ve Kompozit Malzemelerin Üretim Teknolojileri, Uygulamaları

Kompozitlerin Uygulama Alanları;

Genel kompozitlerin kullanım alanları olarak 2018 senesinde yayınlanmış bir rapor aşağıda paylaşılmaktadır.

| Sektörler | Dünya | Avrupa | Türkiye |
|----------------------|-------|--------|---------|
| Taşımacılık-otomotiv | 28 | 30 | 24 |
| Yapı-İnşaat | 19 | 20 | 21 |
| Elektrik-elektronik | 16 | 14 | 5 |
| CTP Boru-altyapı | 15 | 13,5 | 36 |
| Tüketici malları | 8 | 3 | 3 |
| Rüzgar enerjisi | 7 | 12 | 7 |
| Denizcilik | 3 | 5 | 2 |
| Savunma ve havacılık | 0,5 | 0,5 | - |
| Diğer | 3,5 | 2 | 2 |

Kaynak: 11. Kalkınma Planı Kimya Sanayisi Çalışma Grubu Raporu, 2018





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.1. İleri Kompozit Malzemelere Genel Bakış

Savunma Sanayi, Balistik, Uzay Havacılık, Roket İmalatı, Otomotiv, İnşaat gibi sektörlerde ileri kompozit yapılar kullanılmaktadır.

Otomotiv sektöründe de elektrikli araçların gelişimi ve araçlarda hafiflik gibi talepler nedeniyle karbon takviyeli benzeri ileri kompozit yapılar sektörde popüler olmaya devam etmektedir.

Örnek olarak, Hâlihazırdaki ve Geleceğin Süpersonik Uçaklarını Tasarlamak için Yeni Malzeme Seçim Kılavuzu görselde verilmiştir.

| Uçak Parçası | Hâlihazırdaki süpersonik uçuş hızı : 2.0 Mach'a kadar | Hâlihazırdaki süpersonik uçuş hızı : 2.0 – 4.0 Mach arası | Gelecek hipersonik uçuş hızı : 4.0 Mach üstü |
|--------------|--|---|---|
| | <i>Seçilebilecek olası malzemeler</i> | <i>Seçilebilecek olası malzemeler</i> | <i>Seçilebilecek olası malzemeler</i> |
| Yapı | Kanatlar : ticari CFRP (carbon fiber reinforced polymers) | Gövde : CFRP: PMR-15, PMR-11-55 veya daha yüksek modüllü benzer malzemeler, modüllü benzer malzemeler Kanatlar : CFRP : PMR-15, PMR-11-55 veya benzer bileşenler | Gövde : BMI (Bis-maleimids)'lar, CE(carbon-epoksi)'ler, grafit fiber pitalonitril (ptalonitrile) veya FGM (seramik-metal kompozit) Kanatlar : Meş (mesh) korumalı CFRP, poliamitler, BMI'lar, CE'ler |
| Motor | - | - | Yakma Bölmesi ve Türbin : Alüminyum ekli seramik kompozitler |





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.1. İleri Kompozit Malzemelere Genel Bakış

Savaş jetlerinde ve IHA'larında öne çıkan diğer önemli özellikler görünmezlik ve ileri aviyoniklerdir, üzerine düşen mikrodalga enerjisini emebilen kompozit malzemeler ile görünmezlik sağlanabildiği bilinmektedir. Sadece radar emebilen malzemeler (Radar Absorbing Materials[RAM]) değil, radar emebilen yapılar (Radar Absorbing Structures[RAS]) da günümüzde kompozit malzemelerden geliştirilmektedir. Görünmezlik sağlayan kompozit malzeme teknolojileri F-35 Lightning II uçağında da 2006 yılından itibaren kullanılmaktadır. Kompozit malzemelerin bir başka ilginç özelliği de olağanüstü yüksek moleküler ağırlıkta polietilen fiber (ultra high molecular weight polyethylene [UHMWPE]) adı verilen malzemede görülmektedir. Bu tür malzemelerin suda yüzebildiği ve hidrofobik olduğu ortaya konulmuştur.



ESNEK KURŞUN GEÇİRMEZ UÇLAR İÇİN NEWTON OLMAYAN MALZEMELERE DAYALI ANTI-TRAVMA PEDLERİ



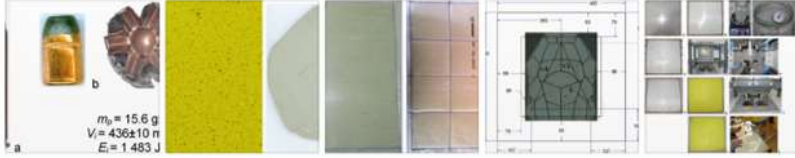


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.2. İleri Kompozit Malzemelerin Türleri

Yoğun kullanılan ve bilinen ileri kompozit malzeme türleri aşağıda verilmiştir;

- Seramik Bazlı Kompozitler
- Metal Matris Kompozitler
- Polimer Matris Kompozitler
- Nanokompozitler
- Biyokompozitler
- Hibrid Kompozitler



ESNEK KURŞUN GEÇİRMEZ UÇLAR İÇİN NEWTON OLMAYAN MALZEMELERE DAYALI ANTI-TRAVMA PEDLERİ





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.2. İleri Kompozit Malzemelerin Türleri

Seramik Matris Kompozitler;

Seramik matris kompozitler (SMK, CMC) mükemmel fiziksel ve mekanik özellikleri nedeniyle potansiyel aday olarak ortaya çıkmıştır. Bu yapılar otomotiv, haberleşme, uzay havacılık ve savunma sanayi, tıp, kimya ve daha bir çok alanda kullanım alanı bulan geniş malzeme grubunu oluşturmaktadır. SMK'ler, ikinci bir fazın seramik bir matris içine gömülü olduğu heterojen malzemelerdir. Seramik özelliklerini (yüksek mukavemet, sertlik ve sıcaklık stabilitesi), takviye fazının yapısına bağlı olarak özel uyarlanmış özelliklerle (tokluk, kendi kendini iyileştirme veya işlevsellik) birleştirir .



ESNEK KURŞUN GEÇİRMEZ UÇLAR İÇİN NEWTON OLMAYAN MALZEMELERE DAYALI ANTI-TRAVMA PEDLERİ





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.2. İleri Kompozit Malzemelerin Türleri

Metal Matris Kompozitler (MMC)

Birden fazla malzemenin bileşimiyle elde edilirler, ancak bileşimdeki malzemelerden en az birisi metalik bir malzeme olmalıdır. Bu tip kompozitlerde takviye fazı metal matrisi içinde sürekli veya kısa fiber, partikül veya whiskers şeklindedir. Metal matrisli kompozitler oluşturulurken metal matrisin nitelikleri dikkate alınmalıdır. Metal matrisli kompozitlerde matris malzemesi olarak genellikle Al ve alaşımları, Zn ve alaşımları, Cu ve Mg kullanılmaktadır. Metal Matrisli Kompozitlerin Özellikleri;

- Yüksek tokluk ve dayanım sağlar.
- Yüksek sıcaklık kullanım özellikleri vardır. Isıya karşı dayanıklıdırlar.
- Genellikle korozyona karşı dayanıklıdırlar.
- Şekil verilebilirlikleri yüksektir.



ESNEK KURŞUN GEÇİRMEZ UÇLAR İÇİN NEWTON OLMAYAN MALZEMELERE DAYALI ANTI-TRAVMA PEDLERİ





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.2. İleri Kompozit Malzemelerin Türleri

Polimer Matris Kompozitler (PMC);

Sanayide çeşitli alanlarda kullanılırlar. Özellikle otomotiv sektöründe önemli yere sahiptirler. Üretimlerinde başlıca amaç yüksek sağlamlık, hafiflik ve ucuz maliyettir. Polimer matrisli kompozitler mekanik dayanım, hafiflik, insan dokularına uyum sağlama, optik elyaf ve piezo elektrik gibi özelliklerinden dolayı tercih edilirler. Bunlara karşılık genelde çalışma sıcaklıkları düşüktür. Termal genleşme katsayıları yüksektir ve elastik özellikleri belirli yönlerde düşüktür.

Elyaf Kompozitler; İnce elyaf yapılarının matris içerisinde yer almasıyla oluşurlar. Bu yapılarda matris içerisindeki elyafların konumlanması kompozit yapının mukavemetinin belirlenmesinde önemlidir. Elyaflar uzun ve matris içerisinde birbirlerine paralel olarak yerleştirilmişlerse elyaflar doğrultusunda yüksek mukavemet sağlanırken dik doğrultuda mukavemeti düşük olur.



ESNEK KURŞUN GEÇİRMEZ UÇLAR İÇİN NEWTON OLMAYAN MALZEMELERE DAYALI ANTI-TRAVMA PEDLERİ





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.2. İleri Kompozit Malzemelerin Türleri

Polimer Matris Kompozitler (PMC);

Elyaflar malzeme özellikleri olarak yüksek performanslı ürünlerdir. Bunun sebepleri:

- Mikroyapısal özellikleri üstündür.
- Tane boyutları küçüktür.
- Boyun çapa olan oranı arttıkça elyaflara iletilen yük miktarında artma gözlemlenir.
- Elestisiteleri yüksektir.

Polimerik Matrisli Kompozitlerde Fiberler;

Cam Fiberler, Bor Fiberler, Silisyum Karbür Fiberler, Alümina Fiberler, Karbon Fiberler...



ESNEK KURŞUN GEÇİRMEZ UÇLAR İÇİN NEWTON OLMAYAN MALZEMELERE DAYALI ANTI-TRAVMA PEDLERİ

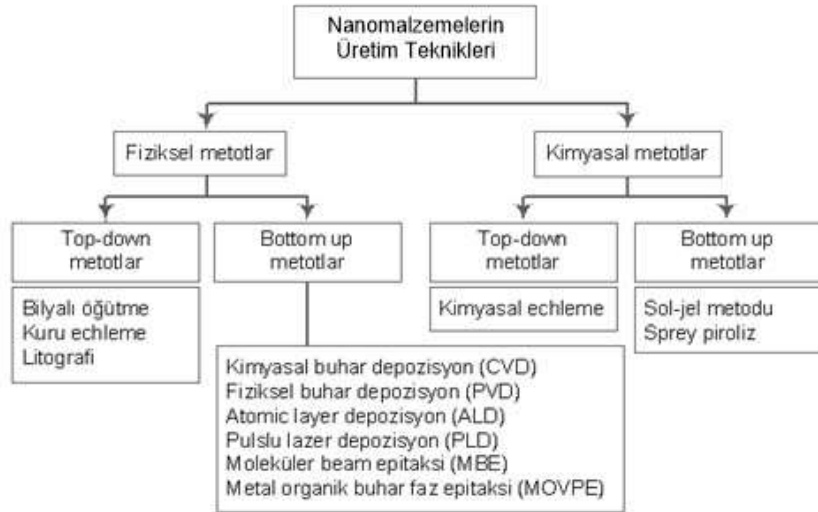




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.2. İleri Kompozit Malzemelerin Türleri

Nanokompozitler;



Nanomaterials are found everywhere in nature, they are parts of the environment. The most popular nanomaterial is wood. Wood has a hierarchical structure; in the large scale, short fibers (20-30 μm diameter, 2-5 mm length), in the middle scale, nanofibers (<100 nm diameter, >1 mm length), and in the small scale, crystallites (<5 nm width, <300 nm length) are found. Mechanical properties increase with the reduction of the structure; from a soft structure to wood nanocrystals, when the structure is reduced, for example, elasticity increases 12 times, strength increases 100 times.

Other natural nanomaterials are lignocelluloses. Typical examples are collagen fibrils (animal origin), nanofibers (wood, plant, grain or bacterial origin), crystals or whiskers (wood, plant, grain origin) can be shown.



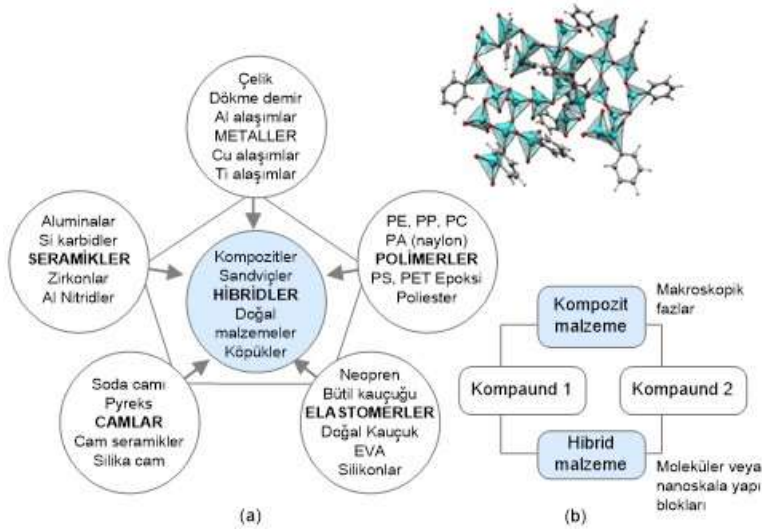


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.2. İleri Kompozit Malzemelerin Türleri

Hibrid Kompozitler;

Farklı performans özellikli malzemelere olan yüksek talepler yeni teknolojiler geliştirilmesini gerektirmiştir. Bilim adamları çeşitli uygulamalarda kullanılan metal, seramik ve plastikten yapılan ürünlerin karşılayamadıkları özellikleri, bu tür malzemelerin özel koşullar altında hazırlanan karışımlarıyla sağlanabileceğini göstermişlerdir. Örneğin, yapısal bir malzemenin ikinci bir malzeme (matris) içine yerleştirilmesiyle 'kompozitler' grubunun oluşturulması gibi. Bu tür malzemelerin mekanik özelliklerinin içerdiği komponentlerden daha üstün olduğu çeşitli araştırmalar ve uygulamalarla saptanmıştır. İnorganik kısım genellikle tüm malzemenin mekanik yükünü taşıırken, organik kısım inorganik yapı blokları ve/veya yumuşak kısımlar arasında bağlanmayı sağlar; tipik örnekler kemik ve sedeftir.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.3. İleri Kompozit Malzeme Üretim Teknolojileri

İleri kompozitlerin imalatında yaygın olarak kullanılan yöntemler aşağıda verilmiştir;

- Termoset İleri Kompozit Malzeme Üretim Teknolojileri Ve Uygulamaları
 - Açık Kalıp Üretim Teknolojileri
 - Filament Sarma (Filament Winding)
 - Radial Örgü/Braidtrusion (Braiding + Pultrusion)
 - Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri
 - Otoklav Ve Vakum Torbalama
 - Sıcak Presleme/SMC (Sheet Moulding Compound)
 - Sıcak Presleme/Prepreg
 - Profil Çekme/Pultrüzyon



ESNEK KURŞUN GEÇİRMEZ UÇLAR İÇİN NEWTON OLMAYAN MALZEMELERE DAYALI ANTI-TRAVMA PEDLERİ





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.3. İleri Kompozit Malzeme Üretim Teknolojileri

İleri kompozitlerin imalatında yaygın olarak kullanılan yöntemler aşağıda verilmiştir;

- Termoplastik İleri Kompozit Malzeme Üretim Teknolojileri Ve Uygulamaları
 - Açık Kalıp Üretim Yöntemleri
 - Bant/Bobin Sarma
 - Profil Çekme/Pultrüzyon
 - Diyafram Şekil Verme
 - Çift Vidalı Ekstrüder
 - Kapalı Kalıp Üretim Yöntemleri
 - Sıkıştırmalı Kalıplama (Compression Molding/GMT Glass Mat Thermoplastic)
 - Sıcak Presleme/Termoplastik Prepreg
 - Enjeksiyon Kalıplama



ESNEK KURŞUN GEÇİRMEZ UÇLAR İÇİN NEWTON OLMAYAN MALZEMELERE DAYALI ANTI-TRAVMA PEDLERİ





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.4. İleri Kompozit Malzemelerin Kullanım Alanları

Savunma ve havacılık sanayi başta olmak üzere, kompozit malzemelerden beklenen özellikler, yüksek mukavemet/yoğunluk oranı, şekillendirebilme, elektriksel özellikler, korozyona ve kimyasal etkilere karşı mukavemet, renklendirilebilme ve titreşim sönümlendirilmedir. Uçak, helikopter gibi askeri hava taşıtlarının kanat ve kuyruk elemanlarında ve iniş-kalkış pistlerinde, egzoz flaplerinde, tank, panzer ve hava taşıtlarının zırhlarında, askeri taşımacılıkta kullanılan ağır vasıtalarda, vücut koruyucu hafif zırhlarda, kurşungeçirmez yeleklerde, silah gövdelerinde, sıvı zırhlarda, insansız hava araçlarında, otobüs, kamyon ve diğer askeri araç koltuklarında ve yanmaz askeri çadırlarda kompozit malzemeler tercih edilmektedir.



ESNEK KURŞUN GEÇİRMEZ UÇLAR İÇİN NEWTON OLMAYAN MALZEMELERE DAYALI ANTI-TRAVMA PEDLERİ





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.4. İleri Kompozit Malzemelerin Kullanım Alanları

Savunma sanayinde kullanılmak amacıyla üretilen kompozit malzemelerden beklenen özellikler, yüksek mukavemet/yoğunluk oranı, şekillendirebilme, elektriksel özellikler, korozyona ve kimyasal etkilere karşı mukavemet, renklendirilebilme ve titreşim sönümlendirmediir. Uçak helikopter gibi askeri hava taşıtlarının kanat ve kuyruk elemanlarında ve iniş-kalkış pistlerinde, egzoz flaplerinde, tank, panzer ve hava taşıtlarının zırhlarında, askeri taşımacılıkta kullanılan ağır vasıtalarda, vücut koruyucu hafif zırhlarda, kurşungeçirmez yeleklerde, silah gövdelerinde, sıvı zırhlarda, insansız hava araçlarında, otobüs, kamyon ve diğer askeri araç koltuklarında ve yanmaz askeri çadırlarda kompozit malzemeler tercih edilmektedir.



ESNEK KURŞUN GEÇİRMEZ UÇLAR İÇİN NEWTON OLMAYAN MALZEMELERE DAYALI ANTI-TRAVMA PEDLERİ





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.4. İleri Kompozit Malzemelerin Kullanım Alanları



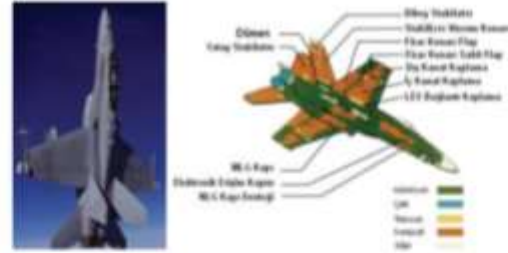
Kompozit malzemeler, askeri taşıtlarda ağırlığı azaltırken bekayı arttırır. 30 mm kalınlığında karbon fiber takviyeli kompozitten imal edilen bir uçak gövdesi, sert çelikten yapılmış gövdenin karşıladığı gibi gelen tehditleri karşılar ve çelikten yapılan bu gövdeye göre %10 daha hafif olmaktadır. Aşağıdaki görselde “turuncu renkli kısımlar” kompozit malzemelerdir.

Savunma sanayii endüstrisinde, kara araçları, uçaklar, İHA’lar, deniz araçları, personel koruma ekipmanları üretimlerinde; hafif ağırlığına karşı yüksek dayanımları, dağılmalar da metallere oranla daha az yakın çevreye zarar vermeleri ve daha az bakım gerektiren malzemeler olduklarından, kompozitler yer yer kullanılmaktadır.



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.4. İleri Kompozit Malzemelerin Kullanım Alanları





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

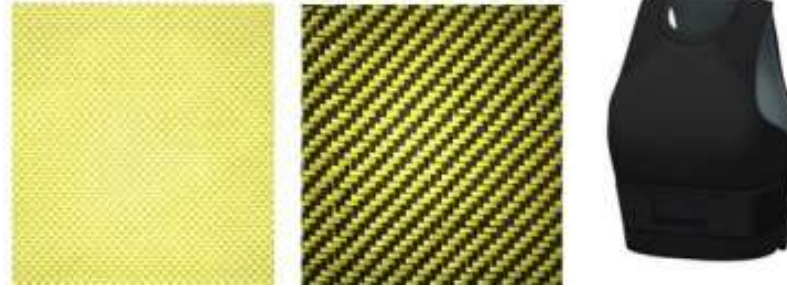
1.1.4. İleri Kompozit Malzemelerin Kullanım Alanları





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.4. İleri Kompozit Malzemelerin Kullanım Alanları





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.4. İleri Kompozit Malzemelerin Kullanım Alanları





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.4. İleri Kompozit Malzemelerin Kullanım Alanları



Uzay Araştırma Anteni



Rotor Kanatları



Banminton raketi
Sopası

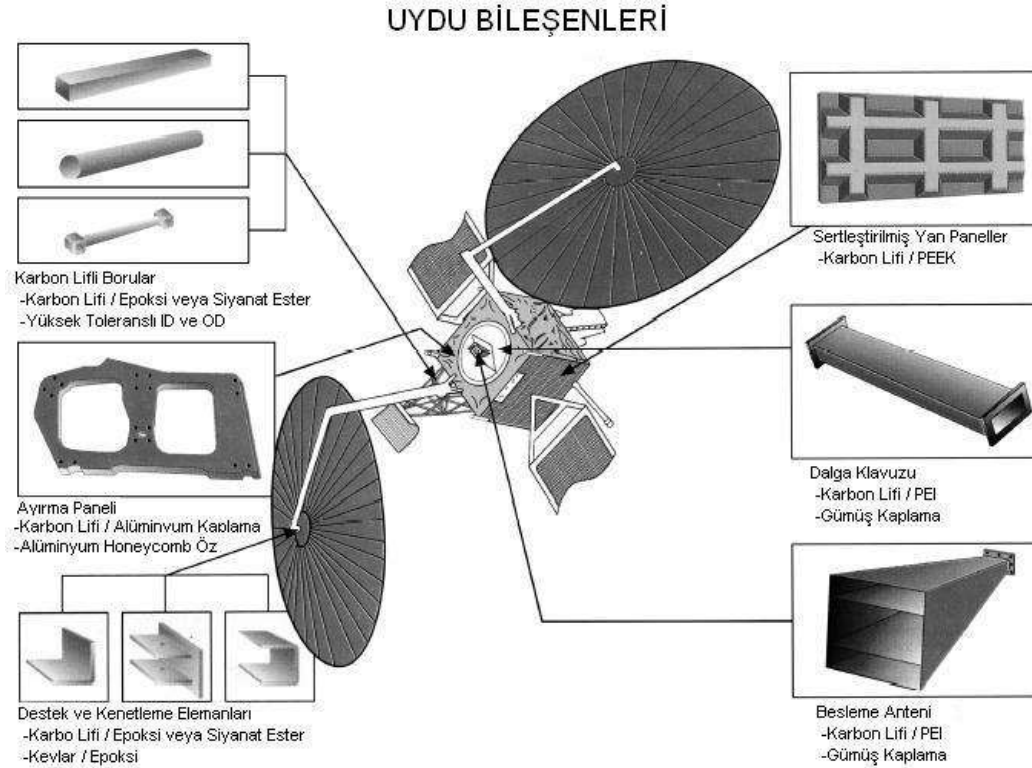


Hokey



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.4. İleri Kompozit Malzemelerin Kullanım Alanları





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.4. İleri Kompozit Malzemelerin Kullanım Alanları





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2. Termoset Kompozit Malzeme Üretim Teknolojileri Ve Uygulamaları

Bu bölümde açık kalıplama ve kapalı kalıplama üretim teknolojilerinden bahsedilecektir.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.1. Açık Kalıp Üretim Teknolojileri / a. Elle Yatırma

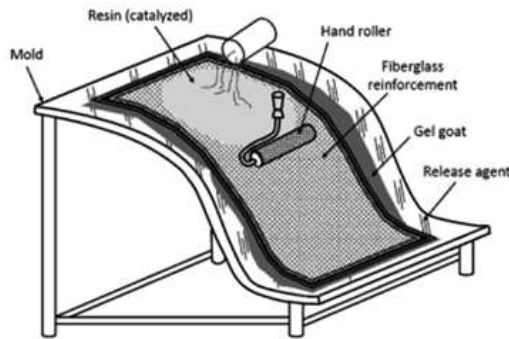
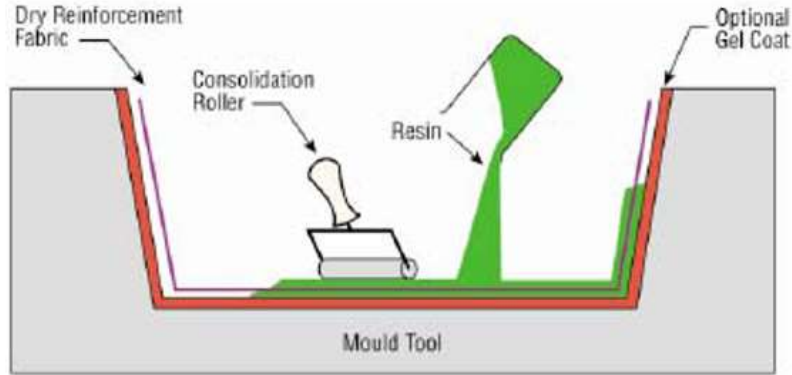


FIGURE 4.1 Schematic of the hand laminating process.

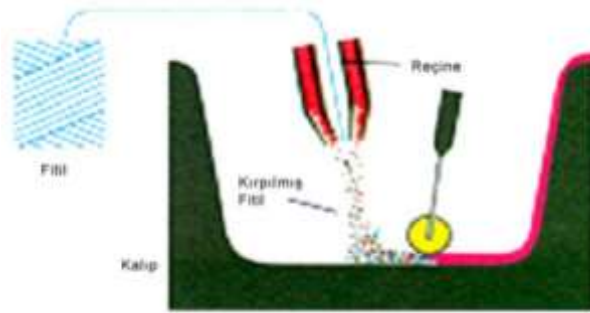
Elle yatırma yöntemi (Hand Lay-Up olarak da anılır), en az miktarda ekipman gerektirdiği için en yaygın ve en ucuz açık kalıplama yöntemidir. Herhangi bir pahalı ekipman/makine gerekliliği olmadığı için düşük adetli projelerde halen sıkça tercih edilmektedir. Bu işlem, otobüs parçaları, tekneler, depolama tankları, küvetler ve duşlar dahil olmak üzere hem büyük hem de küçük parçaların üretiminde kullanılır. Elle Yatırma işleminde ilk olarak jelkot yüksek kaliteli bir yüzey için önce bir püskürtme tabancası kullanılarak ya da daha basit bir teknik olan fırça ile kalıba uygulanır. Jelkotsuz uygulamalar da mevcuttur. Jelkot yeterli sertliğe ulaştığında kuru takviye malzemesi tabakaları sırası ile jelkotun üzerine yerleştirilir ve her kat için reçine el ile açık kalıba uygulanır. Bir başka takviye malzemesi ve reçine istenen kalınlık elde edilinceye kadar uygulanır. Takviye malzemesi üzerine uygulanan reçine sertleşene kadar rulolama/fırça ile yatırma işlemine tabi tutulur. Rulolama işleminin amacı tabakalar arasında kalan hava kabarcıklarını gidermektir. Önemli bir uygulama olan rulolama işlemi her kat takviye malzemesinden sonra tekrarlanır.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.1. Açık Kalıp Üretim Teknolojileri / b. Püskürtme Yatırma



Püskürtme yöntemi çok çeşitli şekil ve boyutlarda tekneler, tanklar, nakliye bileşenleri ve küvet/duş üniteleri yapmaya uygunluğu açısından elle yatırmaya benzer bir açık kalıp yöntemidir.

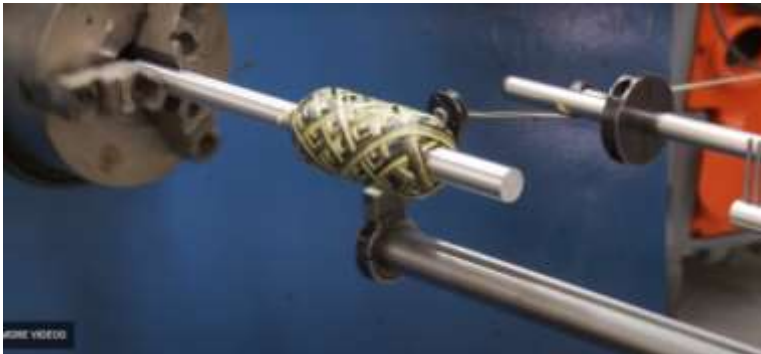
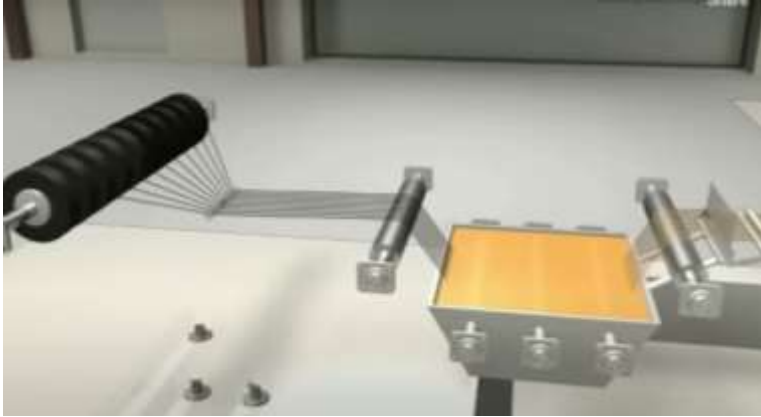
Bu yöntem el yatırması yönteminin biraz daha geliştirilmiş hali olarak düşünülebilir. Reçine ile lifin kalıp yüzeyine uygulama tarzı farklılık göstermektedir. El yatırması prosesi reçine ve takviye elemanları manüel olarak yapılırken bu proseste püskürtme tabancasının kullanılması emek yoğunluğu azalmaktadır. Kırılmış elyaflar kalıp yüzeyine, içine sertleştirici katılmış reçine ile birlikte özel bir tabanca ile püskürtülür. Püskürtme işlemi yüzeye dik olarak yapılmalı ve böylece malzeme israfı önlenmelidir. Püskürtme sonrası reçine içindeki havayı çıkarmak ve yüzeyi düzgünleştirmek amacıyla rulolama uygulanır.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.1. Açık Kalıp Üretim Teknolojileri / c. Filament Sarma (Filament Winding)



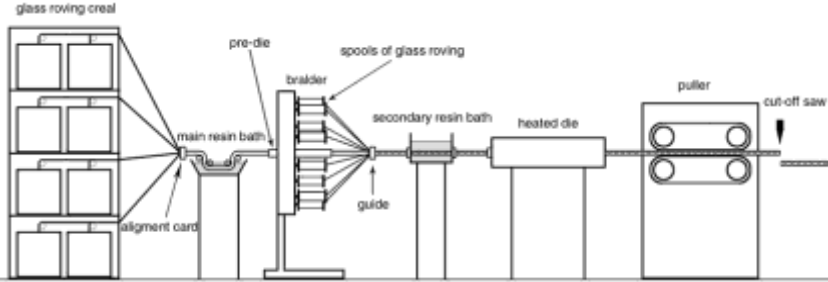
Elyaf sarma yöntemi sürekli elyafın reçine ile ıslatıldıktan sonra bir makaradan çekilerek dönen bir kalıp (mandrel) üzerine sarılmasıdır. Bir filament sarma makinesine ihtiyaç vardır. Sürekli elyafın farklı açılarla kalıba sarılmasıyla farklı mekanik özelliklerde ürünler elde edilebilir. İstenen sarımı elde etmek için operatörler, boru çapları, mandrel hızı, basınç oranı, bant genişliği, lif açısı vs. gibi birçok değişkeni girer.

- Kalıp/Mandrel yüzeyi iyice temizlenir. Öncelikle sarılarak üretilecek laminasyon yapı kalıptan/mandrelden çıkartılacaksa, silindirik kalıba kalıp ayırıcı uygulanmalıdır, şayet sarım yapılan yapı sarılacak yüzeyin üzerinde kalsın isteniyorsa kalıp ayırıcı uygulaması yapılmaz.
- Makineye ip/filament şeklindeki elyaf yerleştirilir.
- Reçine haznesi hazırlanır.
- Makinede elyaf sarma açıları komutlanır.
- Proseste reçineyle ıslatılan filamentler dönen bir silindirik mandrel üzerine, gerekli mekanik özellikleri karşılayacak değişik açılarda sarılır. Filamentler (veya teyp, tow, bant olabilir), ya önceden polimerle bir ön-kaplama işlemine tabi tutulur, veya bir polimer banyosuna çekilerek termoset reçineyle doyurulur (impregnasyon). Banyodan sürekli olarak bir mandrel üzerine otomatik sarılır.
- Oluşan yapı kürlenir ve sonra mandrel çıkarılır.
- Sarma yeterli seviyeye ulaştığında bir fırında veya oda sıcaklığında kürlenme yapılır.

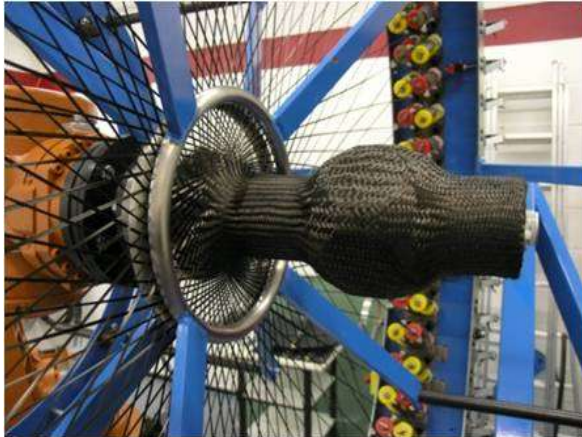


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.1. Açık Kalıp Üretim Teknolojileri / d. Radial Örgü/Braidtrusion (Braiding + Pultrusion)



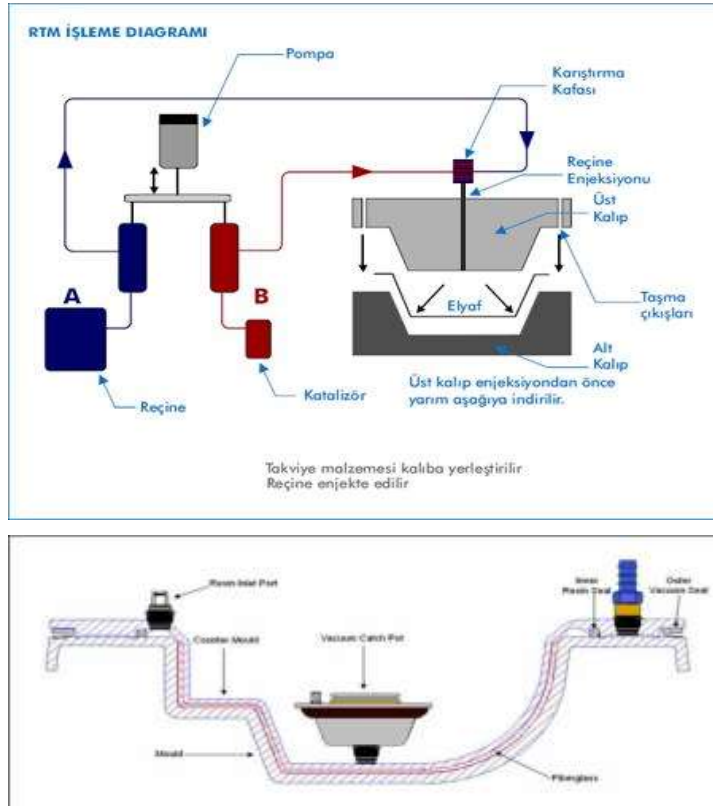
“Braidtrusion” yönteminin kısaca özeti şu şekildedir; karbon elyaf demetler bir araya getirilip çekilerek emdirme banyosundan geçirilir. Burada epoksi yapı ile doyurulan ve bir çekirdek yapı halinden gelen karbon elyaflar bir sonraki adım 2 boyutlu örme makinesi ile saç örgüsü şeklindeki aramit elyaflar ile örülür. Örölmüş yapı emdirme halkasından geçirilerek tekrar güvencesi kaplanır ve fırın içinde ilerleyerek huzurun ısıyla kürlenmesi sağlanır. Sonuç olarak kompozit yapı elde edilmiş olur. Son bileşenler ise elde edilen kompozit ribar istenen boyutlar kesilerek yapı sektöründe sürücü hazır duruma getiriliyor. Çeliğe alternatif örgölü kompozit ribar (nervürlü çubuk) üretiminde kullanılan bir yöntemdir. Örme (braiding) ve pultrüzyon yöntemlerinin tek bir proseste birleştirilmesiyle sürekli FRP ribar üretimi mümkün olmaktadır. Bu proses kullanılarak, sürekli karbon elyaf çekirdek yapı, aramit elyaf kabuk yapı ile örölerek hibrit kompozit ribar elde edilmiştir. Böylelikle kırılma sırasında daha yüksek uzama ile yüksek rijitlik sağlanmıştır.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / a. Reçine Transfer Kalıplama (L-RTM)



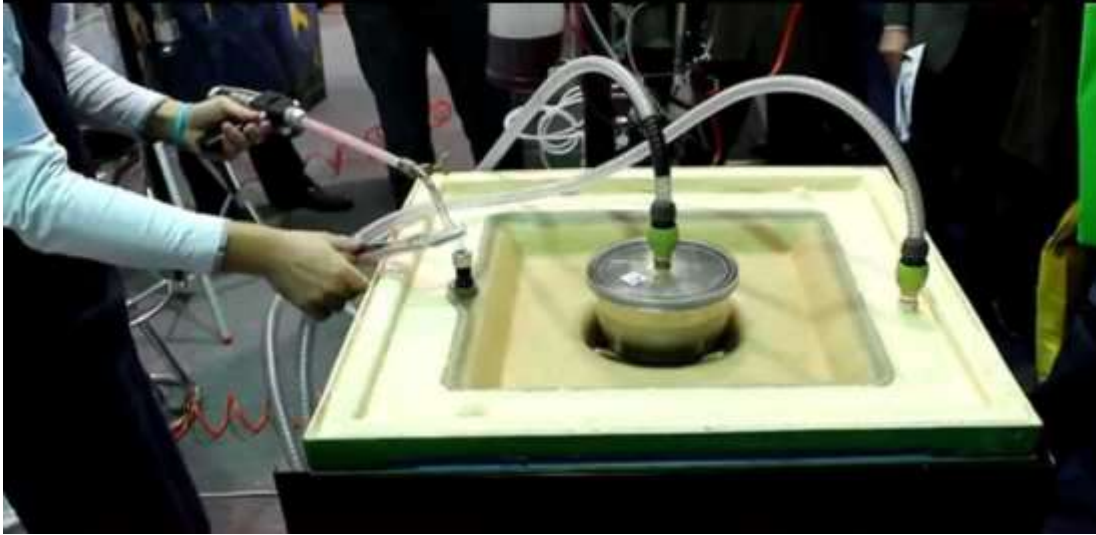
CTP uygulamaları içerisinde en çok kullanılan metotlardan biridir. Önceden kesilmiş veya önceden şekillendirilmiş takviye malzemelerinin, erkek ve dişi kalıp arasında yerleştirilerek kapatıldığı bir kapalı kalıplama yöntemidir. Reçine, enjeksiyon kanallarından, basınç altında kalıp içerisine pompalanır. Genellikle enjeksiyon basıncı 2,75–3,5 bar'dır. Kalıp çevresine yerleştirilen bir conta sistemi ile sızdırmazlık sağlanmakta ayrıca, contaya yakın bir yerden hava çıkışını sağlayacak ve reçine firesini azaltacak hava vanaları yerleştirilmektedir. Kalıp yapımında kalıbın karşılaşıcağı basınç dikkate alınmalıdır. RTM orta düzeyde üretim hacmine sahip bir kalıplama yöntemidir. Bir çok uygulama alanında ve çeşitli boyutlarda kullanımını cazip hale getiren özel nitelikleri vardır. Kalıp yüzeylerinden birine veya ikisine birden jelkot uygulanabilir. Korozyon dayanımı ve/veya dış yüzey görünümünün daha iyi olması istenen durumlarda tül veya yüzey keçesi kullanılabilir. Sandviç konstrüksiyon ara malzemeleri mekanik ekleme parçaları ve somun civata gibi metal parçalar kalıplama sırasında bünye içerisine gömülerek birlikte kalıplanabilir.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

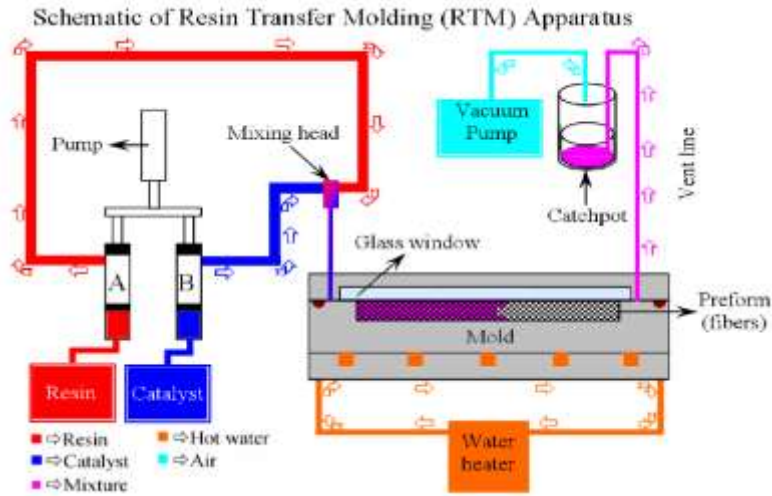
1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / a. Reçine Transfer Kalıplama (L-RTM)





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / Reçine Transfer Kalıplama (RTM)



L-RTM tekniğinden farkı, aynı cihazla yüksek basınçla üretimin yapılmasıdır. Reçine transfer kalıplama (RTM), kompozitler üretmek için orta hacimli bir kalıplama işlemidir. Bu işlem, iki bitmiş yüzeye sahip parçalar üretir. Sıvı kalıplama yöntemi olarak da bilinen bu yöntem önceden şekillendirilmiş veya kesilmiş takviye malzemelerinin erkek ve dişi kalıp arasında alınarak kapatıldığı ve reçinenin kalıba enjekte edildiği bir kapalı kalıplama yöntemidir. RTM'de reçine basınç altında bir kalıp boşluğuna enjekte edilir. Reçine transferi ile kalıplama (RTM), orta hacimlerde (1.000 ila 10.000 parça) yüksek performanslı kompozit bileşenlerin üretimi için kapalı kalıplı bir işlemdir. Kalıplama süresi yaklaşık 1-3 dakika aralığındadır. Kalıp yüzeylerinden birine veya ikisine birden jelkot uygulanabilir. Dış yüzey görünümünü daha iyi istenen durumlarda tül veya yüzey keçesi kullanılabilir. Reçine Transfer kalıplama yöntemi ile üretilen kompozit malzemelerin üretimi için genellikle reçine olarak epoxy, polyester, vinylester ve phenolic kullanılır. Takviye malzemesi olarak herhangi bir elyaf kullanılabilir. Dikilmiş kumaşlar/elyaflar reçine taşınmasında ve transferinde avantaj sağlarlar.



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / Reçine Transfer Kalıplama (RTM)

Bu uygulama için öncelikle bir RTM Makinesi ve Alt-Üst Kalıp gerekmektedir. RTM yöntemindeki en büyük problem kuru bölgelerdir. Bu yüzden kalıp çevresine sızdırmazlık sağlaması açısından conta yerleştirilir. Yine contaya yakın kısımlardan hava çıkışını sağlamak ve reçine firesini azaltmak için hava vanaları bulunmaktadır. Düzgün reçine akışı ve kuru bölgeleri elemek için bu hava kanallarına vakum uygulanarak takviye malzemesindeki hava çıkarılır. Vakum aynı zamanda kalıbın hızlı dolmasını da sağlamaktadır.

RTM yönteminde ön form olan takviye malzemesi kalıba yerleştirilir. Sıvı reçine kalıp boşluğuna basılır. Reçine enjeksiyon basıncı birçok parametreye bağlı olarak 69-690 kPa arasında değişir. Reçine ve katalizör farklı tanklarda depolanır ve statik bir karıştırıcıdan geçirilerek kalıba enjekte edilir. Enjeksiyon işlemi aşağıdan yukarıya doğru yapılır. Böylece hava kabarcıklarının minimuma düşürülür. RTM prosesinde, lif ön formları veya kumaşlar takviye olarak kullanılabilir. Dolgu kullanımı da mümkündür.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / c. Vakum İnfüzyon

Vakum destekli reçine infüzyonu yüksek kaliteli, büyük kompozit parçaların üretiminde kullanılan bir yöntemdir.

Avantajlar:

- Tek taraflı bir kalıba ihtiyaç vardır.
- Yüksek mukavemetli bir kalıba ihtiyaç yoktur.
- Bu nedenlerle kalıp ve üretim maliyeti RTM ye oranla daha düşüktür.
- Büyük parçalar bu yöntemle üretilebilir.
- El Yatırma yönteminde kullanılan kalıplar bu yöntem için modifiye edilerek kullanılabilir.
- Çekirdek yapılar bir seferde/adımda üretilebilir.

Dezavantajlar:

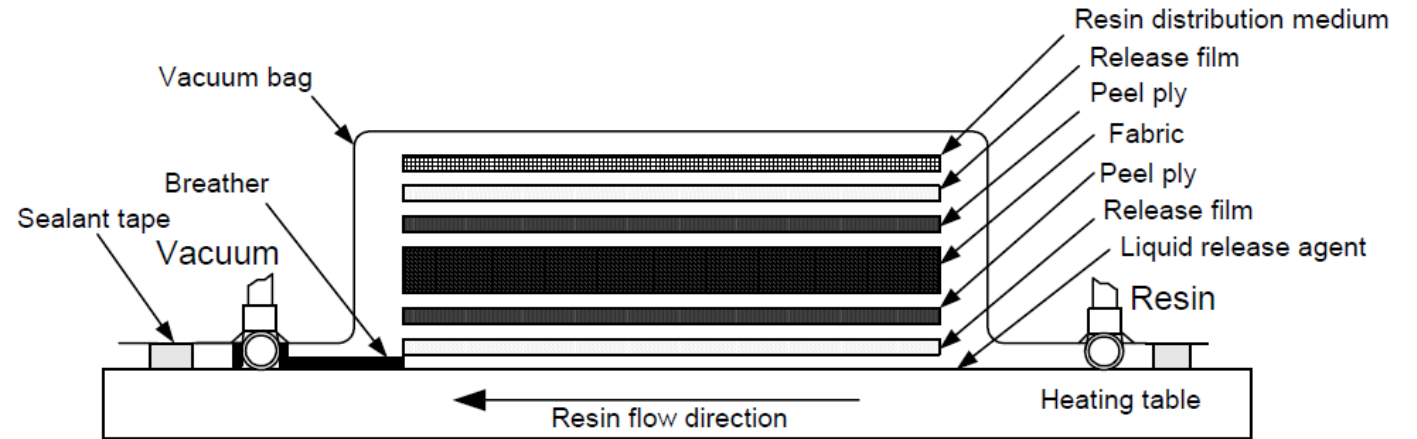
- İşlem basamakları kısmen komplekstir.
- Düşük viskoziteye düşük reçine kullanımı mekanik özellikleri olumsuz etkileyebilir.
- Reçine ile ıslanmamış bölgeler kalabilir; bu da pahalı atık malzeme demektir.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / c. Vakum İnfüzyon



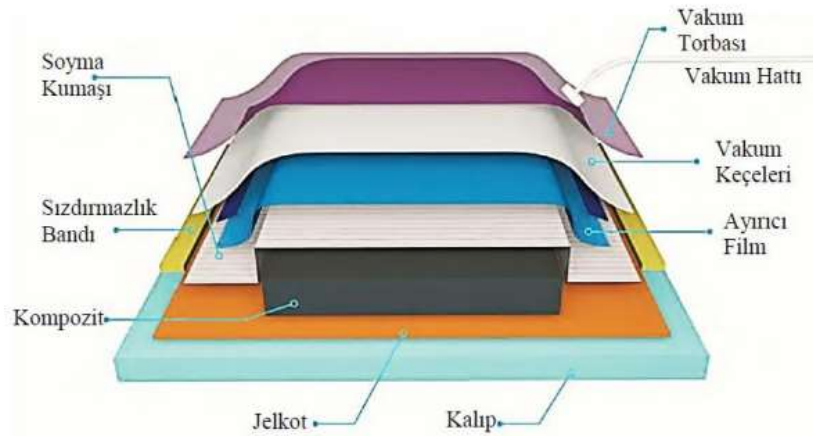


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / d. Vakum Torbalama

Bu yöntem “Elle Yatırma” yönteminin devamı şeklinde düşünülebilir. Tek fark elle reçine sürülmüş tabakalı yapı (laminat)’nın devamında vakum ortamına alınmasıdır. Bu yöntem özellikle epoxy ve phenolic reçine kullanımına uygundur. Çünkü; Vakum, polyester ve vinilester uygulamalarında fazla oranda styrene’nin reçineden çıkarılmasına sebebiyet verebilir. Bu da polimerleşmeyi engelleyici bir faktör olarak ortaya çıkar.

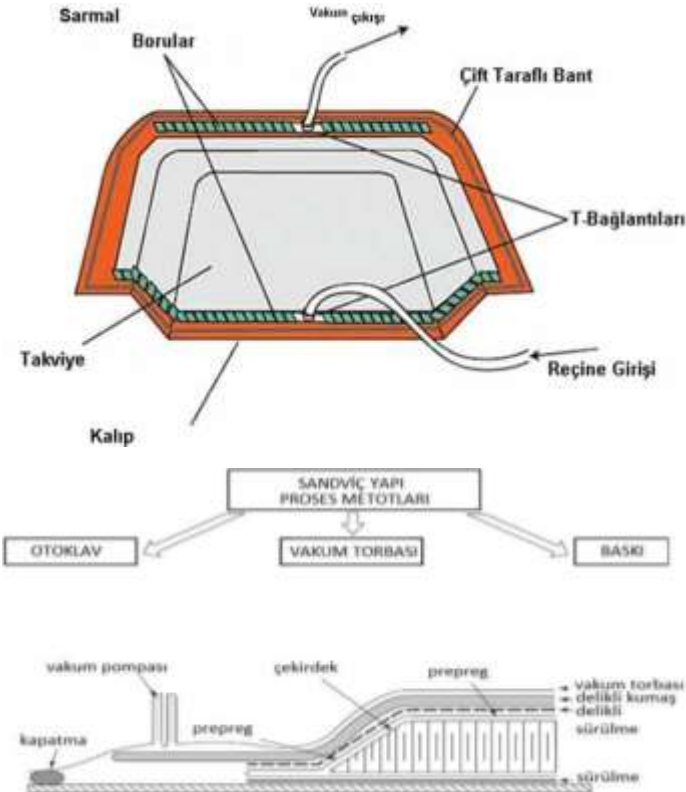
Vakum torbalama uygulaması prepreg bileşenle yapılabileceği gibi, ıslatılan elyaf vb katmalarla da yapılabilmektedir. Ayrıca otoklav’sız da sadece vakum destekli olarak uygulanabilir. Bu maddede “otoklav’sız ve prepreg bileşenle” yapılan uygulamalar anlatılacaktır.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / d. Vakum Torbalama



Kompleks şekilli veya kalın parçaların üretiminde prepreglerin kalıba tam oturmasını sağlamak ve katlar arasında sıkışan havayı uzaklaştırmak için belli aralıklarla kalıbın vakuma alınması (compaction – debulking) önerilir. Bu işlem her 3-4 katta bir kalıbın vakuma alınarak 30 dakika boyunca en az 980mbar basınç altında tutulması ile yapılır. Maksimum vakum değeri coğrafi konuma göre değiştiğinden çalışma bölgesindeki erişilebilecek en yüksek değere çıkılmalıdır. Vakumlu Fırın ve Basıncılı Kaptaki İşlemlerin Esas Parametleri;

- Konsolidasyon/Katları Birleştirme:
- Vakum:
- Sıcaklık Toleransları:
- Kür Zamanı:
- Soğutma Hızı:
- Bitmiş Parçanın Kalite Kontrolü:



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / e. Otoklav Ve Vakum Torbalama

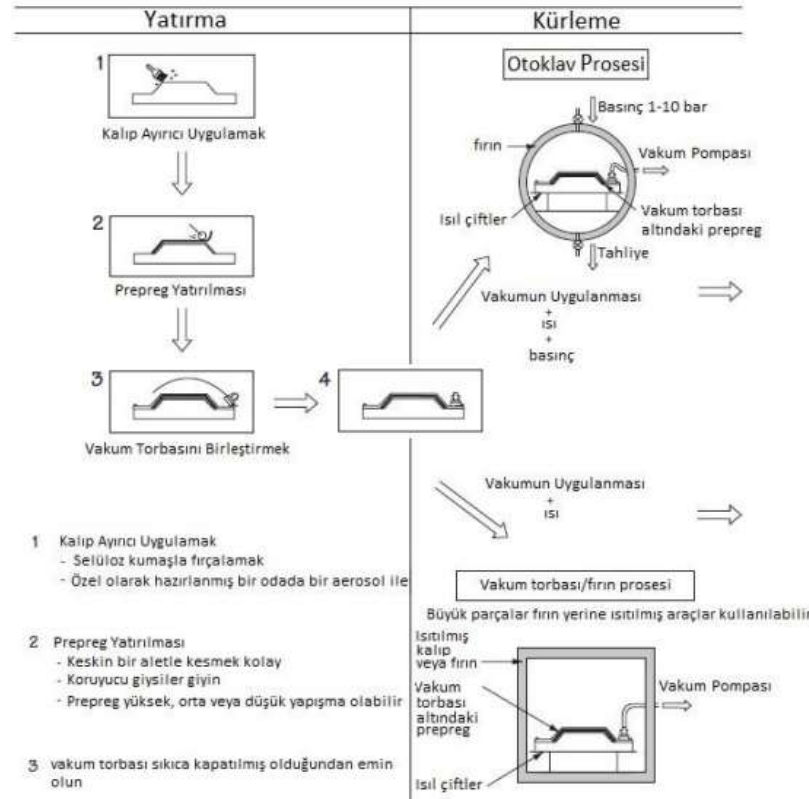
Bu yöntem “Elle Yatırma” yönteminin devamı şeklinde düşünülebilir. Tek fark elle reçine sürülmüş tabakalı yapı (laminat)’nın devamında vakum ortamına alınmasıdır. Bu yöntem özellikle epoxy ve phenolic reçine kullanımına uygundur. Çünkü; Vakum, polyester ve vinilester uygulamalarında fazla oranda styrene’nin reçineden çıkarılmasına sebebiyet verebilir. Bu da polimerleşmeyi engelleyici bir faktör olarak ortaya çıkar.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / e. Otoklav Ve Vakum Torbalama





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / f. Sıcak Presleme/SMC (Sheet Moulding Compound)

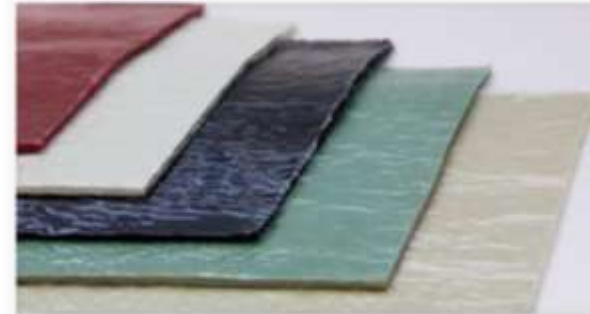


Ürün boyutuna göre 1-6 dakikalık bir çevrim süresi sağlayan hızlı, seri bir kalıplama metodudur. Önceden hazırlanmış, pestil haldeki cam elyafı+polyester+dolgu+katkı malzemeleri karışımının 150°C-170°C sıcaklıkta, 50-120 kgf/cm² basınç altında çelik kalıplarda şekillendirilmesi metodudur. Kompozitlerin seri imalatına uygun ve otomotiv gibi sektörlerde yaygın bir yöntemdir. Genellikle yıllık parça sayısı 5000 adet ve üzeri işlerde tercih edilir. Kalıp yatırımı pahalıdır, çelik kalıp ihtiyacı vardır.



SMC, levha formunda Greflen ve kalıplanmaya hazır olan sertleşmemiş bir termoset bileşimidir. Temel olarak termoset bir reçine, mineral dolgular ve cam elyaf takviyesinden oluşan bu malzeme, basınçlı preslere monte edilen ısıtılmış metal kalıplar vasıtasıyla şekillendirilir.

Bu yöntemde, ısıtılmış dişi ve erkek kalıpların arasına yerleştirilen SMC levha preslenerek kalıp boşluklarına itilir. Tutarlı bir şekilde uygulanan ısı ve basınç levhaların yumuşuyarak kalıbın her bölümünü kusursuz bir şekilde doldurmasını sağlar. SMC tamamen sertleştiğinde, kalıp açılır ve bitmiş ürün kalıptan çıkarılır.

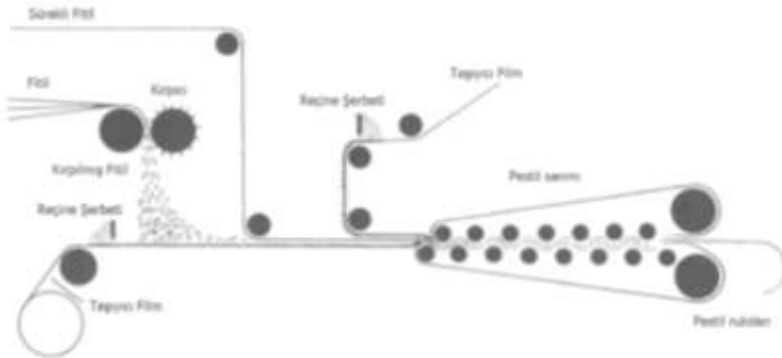




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / f. Sıcak Presleme/SMC (Sheet Moulding Compound)

Bu teknikte parça çevrim süresi, parçanın kalınlığına, kullanılan malzemeye göre değişken olmakla birlikte genellikle 1-6 dakika aralığındadır. Cam elyaf, reçine ve dolgu malzemelerinin iki film arasında birbirine entegre edilmesi ile Sıcak Pres Kalıplama Pestili (SMC) oluşmaktadır. SMC Pestil, istenen bitmiş ürün özelliklerine bağlı olarak cam elyafların genellikle 25 mm uzunlukta kompozitin toplam ağırlığının genellikle % 25-50' si olacak şekilde kırılması ile üretilmekte ve farklı sıcaklık ve basınçlarda kalıplanarak su absorpsiyonu düşük, yüksek kimyasal dayanımlı, yüksek mukavemetli ve metalden hafif bir malzeme haline gelmektedir.



Şekil 2. SMC pestil bileşiminin üretimi [1].

Yüzey kalitesi önemli projelerde Class-A sınıfı SMC pestiller kullanılır. Bu yüzeyin boya uygulaması sonrasında pürüzsüz ve yüksek kalitede olması için uygulanan bir tekniktir.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / f. Sıcak Presleme/SMC (Sheet Moulding Compound)



Neden SMC?

- Seri üretim ve verimlilik
- Mükemmel yüzey kalitesi
- Tasarım esnekliği
- Isı ve yangına dayanıklılık
- Düşük iş gücü gereksinimi
- Azaltılmış endüstriyel atık

Dezavantajları;

- Boyutsal sınırlamalar





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / g. Sıcak Presleme/BMC (Bulk Moulding Compound)

SMC tekniğine benzer bir yöntemdir, önemli farkı üretiminde pestil yerine hamur malzeme kullanılmasıdır. Ürün boyutuna göre 1-6 dakikalık bir çevrim süresi sağlayan hızlı, seri bir kalıplama metodudur. Önceden hazırlanmış, pestil haldeki cam elyafı+polyester+dolgu+katkı malzemeleri karışımının 150°C-170°C sıcaklıkta, 50-120 kgf/cm² basınç altında çelik kalıplarda şekillendirilmesi metodudur. Kompozitlerin seri imalatına uygun ve otomotiv gibi sektörlerde yaygın bir yöntemdir. Genellikle yıllık parça sayısı 5000 adet ve üzeri işlerde tercih edilir. Kalıp yatırımı pahalıdır, çelik kalıp ihtiyacı vardır.

oplulu kalıplama bileşimi (BMC), kıyılmış cam elyafı, reçine macunu ve dolgu maddelerinin hacimli bir karışımıdır . Sisal, asbest, karbon, aramid, kıyılmış naylon bez ve tahta gibi diğer lifler kullanılsa da BMC'de en yaygın takviye lifi E-cam elyafıdır.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / g. Sıcak Presleme/BMC (Bulk Moulding Compound)



Bu teknikte parça çevrim süresi, parçanın kalınlığına, kullanılan malzemeye göre değişken olmakla birlikte genellikle 1-6 dakika aralığındadır.

Cam elyaf, reçine ve dolgu malzemelerinin iki film arasında birbirine entegre edilmesi ile Sıcak Pres Kalıplama hamuru (BMC) oluşmaktadır.

İmalatta genel olarak 3 yöntem kullanılır;

- Sıkıştırılmalı yöntem (presleme).
- Enjeksiyon kalıplama.
- Transfer kalıplama.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / h. Sıcak Presleme/Prepreg



Prepreg, “pre-impregnated” teriminin kısaltması ve reçine emdirilmiş kompozit kumaşları için kullanılan terimdir. Dokunmuş ya da tek yönlü cam, karbon ve aramid kumaşlar üzerine reçine sisteminin emdirilmesi ve yarı küreleştirilmesi ile ürün oluşturulmaktadır. Prepregler küreleme için gerekli reçine ve sertleştirici karışımını içerdiğinden ilave reçine işçiliği gerektirmeden serime hazır haldedir.

Prepregler belirli bir basınç ve sıcaklık altında kürenirler. Küreleme sonucunda emdirilen reçine sertleşerek ısıl ve kimyasal dayanımı yüksek, hafif ve çok dayanıklı bir kompozit yapı oluşturur. Prepregler termoset ve termoplastik olarak iki ana kategoriye ayrılır. Prepreg Sıcak Presleme uygulaması, SMC Sıcak Presleme ile aynıdır, sadece kullanılacak olan prepreg malzemenin teknik özelliklerine göre pres ve kalıbın sıcaklık, basınç gibi parametreleri ürüne özel olarak ayarlanır. Prepreg malzemeler çok yönlü, tek yönlü, multiaxial türü elyaflar kullanılarak üretilebilirler.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / h. Sıcak Presleme/Prepreg

Reçine verme işlemleri önceden gerçekleşmiş olduğu için kuru kalma yada fazla reçine emme gibi durumlar söz konusu değildir. Bu durum da üründe herhangi bir mukavemet kaybı olmaksızın standart ürünler elde edilmesini sağlar. Kullanılan prepreg çeşidine bağlı olarak reçine/elyaf oranı %35-%50 arasında değişim göstermektedir.

Prepreg'le üretimin avantajları olduğu gibi bazı dezavantajları da vardır. Öncelikle kendisi de üretim yöntemleri de diğerlerine göre pahalıdır.

Prepreglerin saklama koşulları da üretici için büyük bir zorluktur. Oda şartlarında 4-6 haftaya kadar saklanabilen çeşitleri olsa da genel olarak -20°C civarında dondurucuda saklanma koşulları vardır. Ayrıca dondurucudan çıkarıldıktan sonra kullanılmaları gerekmektedir.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / i. Soğuk Presleme

Pres yöntemi çift tarafı hassas yüzey, ebat olarak RTM'e göre daha küçük ve üretim adetleri daha yüksek parçalarda tercih edilen prosestir. Bu proste de çift taraflı kalıp kullanıldığından et kalınlığı hassas parça elde edilir. SMC üretim tekniğine benzer bir mantıkta olsa da çok fazla farklı yanları mevcuttur, örneğin kalıp ısıtma ihtiyacı duyulmamaktadır ve çok kuvvetli preslere gerek yoktur. Klasik bir parça üretimi aşamaları aşağıda verilmiştir;

- Pres üretime hazırlanır ve Alt ve Üst kalıp prese yerleştirilir. Pres basıncı 2-6kg/cm² yeterlidir.
- Kalıbının alt ve üst gövdesi temizlenir, sonra uygun bir kalıp ayırıcı tatbik edilir.
- Bu aşamada varsa metal vb insertler kalıptaki yerlerine yerleştirilir.
- Elyaf ve takviye katları sırasıyla kalıba yerleştirilir ve işlenir, preform yapılar sadece kalıp yüzeyine bırakılır, işlenmezler.
- Alt Kalıba yerleştirilen bu pestiller sıkıştırma ile sertleşir ve şekil alırlar.
- Kalıplama süresi parça kalınlığına ve bileşimdeki katkı maddelerine göre değişkendir.
- Parça dikkatlice kalıptan çıkartılır.
- Kalıptan çıkan parçalarda gerekli görüldüğünde temizleme, delme gibi ikincil işlemler uygulanabilir.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / j. Profil Çekme/Pultrüzyon

Pull + Extrusion kelimelerinden türetilmiş sürekli profil, boru vb. kompozit ürünlerin üretimini sağlayan bir yöntemdir. Reçine banyosunda emdirilmiş elyaf fitillerinin yada kumaşların sıcak kalıplardan geçirilerek şekillendirilmesi ve sertleşmesini takiben makine hattı boyunca çekilmesi ve belirli boyutlarda kesilmesi esasına dayanır. Bu yöntemde matris olarak genellikle epoxy, polyester ve vinilester reçineler kullanılır. Takviye malzemesi olarak herhangi bir fiber türü kullanılabilir. Core(çekirdek) malzemelerin kullanımına uygun bir yöntem değildir.



Lifler bobinler vasıtasıyla bir reçine banyosu içerisinden ve daha sonra ısıtılmış bir kalıp yoluyla çekilir. Kalıp, lifin emdirilmesini tamamlar, reçine içeriğini kontrol eder ve iyileştirir. Malzeme kalıptan geçerken nihai şekline dönüşür. Bu kürlenmiş profil o zaman Otomatik olarak uzunluğa kesilir. Kumaşlar 0 ° dışındaki yönlerde fiber sağlamak için kalıba sokulabilir. Pultrüzyon sürekli bir süreç olmakla birlikte, sabit kesit profili, 'pulforming' olarak bilinen Kesit içine tanıtılacak bazı varyasyonlara izin verir.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / j. Profil Çekme/Pultrüzyon



Pultrüzyon tekniğinde birtakım üretim yöntemleri aşağıda verilmiştir;

Lineer Pultrüzyon;

Kompozitteki hızlı üretim metodudur. Cam, karbon veya aramid elyaf takviye malzemesinin polyester veya epoksi reçine ile birleştirilerek sıcak bir kalıptan çekilmesi ile kompozit profil oluşturma yöntemidir. Ürün kalıptan çıktıktan kısa bir süre sonra kürlenmiş olur. Çıkan üründe boy sınırlaması olmaz ve kalıbın izin verdiği her türlü kesit sürekli olarak çekilebilir.

Radyüs Pultrüzyon;

Lineer pultrüzyonun belli bir büküm çapında eğri profil oluşturulabilen versiyonudur. Ürünler kalıptan belli sınırlar içinde bükümlü ve kürlenmiş olarak çıkmaktadır.

Pulwinding;

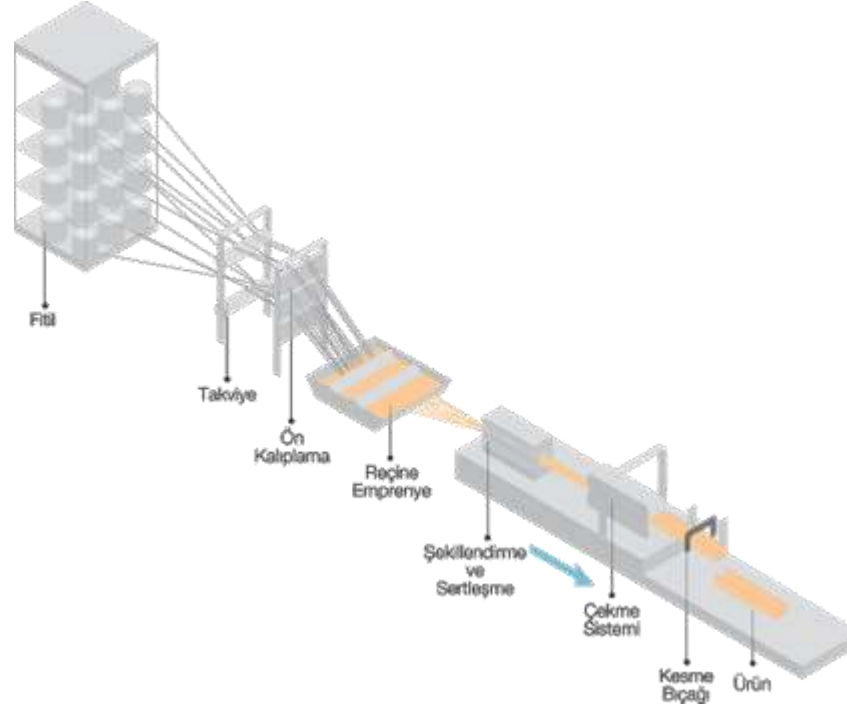
Pulwinding, Elyaf Sarma ve Pultrüzyon yöntemlerinin bir kombinasyonudur.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / j. Profil Çekme/Pultrüzyon



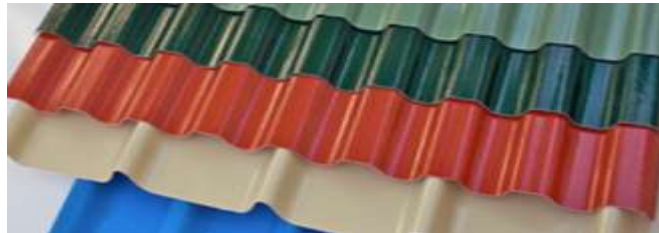


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / k. Sürekli Laminasyon



Levha formunda kompozit ürünlerin üretiminin sağlandığı prosestir. Özel laminasyon makinelerinde elyaflarla takviyelendirilen reçinenin ısı ve basınç altında hızlı bir şekilde sertleştirilip soğutulmasını takiben bobinlere sarılması yada belirli boyutlarda kesilmesi ile elyaf takviyeli kompozit paneller elde edilmektedir. Yüksek sıcaklıkta bir uygulamadır. Soğuk sertleşme ve sıcak kurutma sistemleri uygulanabilir. Sürekli laminasyon, takviye ve dolgu maddelerinin reçineyle emprenye edildiği ve istenen son ürünle tutarlı kalınlık ve reçine içeriğini kontrol etmek için merdaneler oluşturmaya yönelik bir taşıma prosesi boyunca yönlendirilen oldukça otomatik bir işlemdir. Konveyör üzerindeki malzeme bir ısıtma bölgesinden geçerken, reçine kompozit paneli oluşturmak için organik peroksitler (hızlandırıcı ile veya olmadan) ile sertleştirilir. Bu süreçte üretilen paneller ve levhalar, kamyon treyleri ve yan duvarlar, çatı pencereleri, bina panelleri ve diğer inşaat sektörü uygulamalarını üretmek için kullanılır. Kütleme reaksiyonu için, Asetilaseton-, Metil etil keton- veya Metil izobütil keton peroksitler gibi organik peroksitler kullanılır.





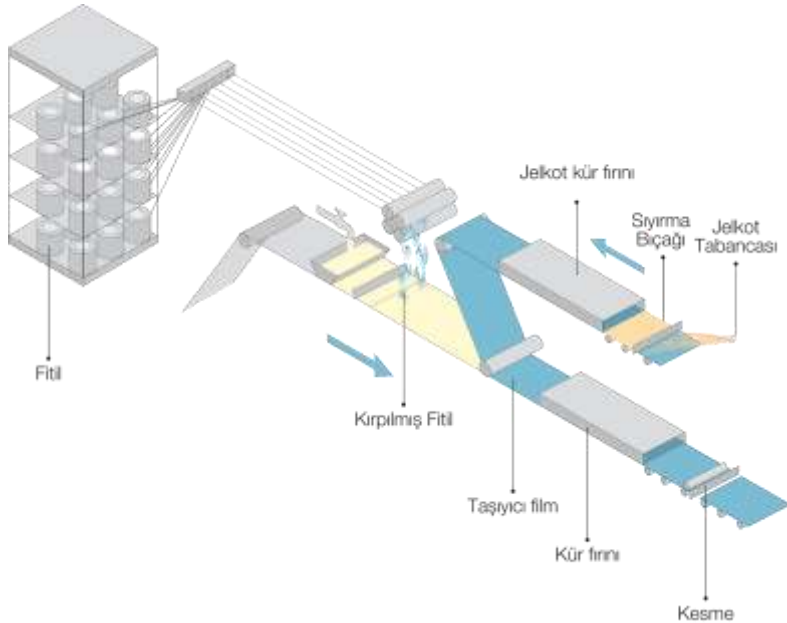
Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / k. Sürekli Laminasyon

Teknik pultrüzyon prosesi ile aynıdır.

Örnek Sürekli Çekme Uygulaması;

Sürekli çekme metodu yüzey kalitesi yüksek, şeffaf/rengli, düz/oluklu levha üretimi için kullanılan bir üretim tekniğidir. Jelkotlu ya da jelkotsuz üretilebilir.



- ① Reçine taşıyıcı film üzerine dökülür.
- ② Cam elyaf fıtl reçine üzerine kırılır.
- ③ Jelkotlu ikinci taşıyıcı film ilk taşıyıcı filmin üzerine uygulanır.
- ④ Sıkıştırıcı silindirler yardımıyla yapısal bütünlük ve düzgün levha kalınlığı sağlanır.
- ⑤ Taşıyıcı film kür fırınına sokulur.
- ⑥ Fırın hattından çıkan levhalar istenilen boyutta kesilir.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / I. Reaksiyonlu Üretim (RIM, RRIM, SRIM)

İki reaktif bileşenin karıştırılarak kalıp boşluğuna enjekte edilmesi ve burada reaksiyon sonucu sertleşmesi esasına dayalı bir üretim yöntemidir. Bu uygulamada ki reçineler genellikle poliüretan (PUR) olup kimi zaman disiklopentadien (DCPD)'de kullanılmaktadır.



Genellikle ısıtmalı alüminyum kalıplarla üretim yapılır. Bir pres ve poliüretan enjekte ekipmanı ihtiyacı da olduğu için oldukça pahalı bir yatırımdır. Çevrim süresi 3 dakikalar içerisinde. ***Structural reaction injection molding (SRIM) FARKI: Kalıba preforming yatırılır ve enjeksiyon sonrasında başlar. RIM ve RRIM uygulamasından farkı budur.

İki reaktif bileşenin karıştırılarak kalıp boşluğuna enjekte edilmesi ve burada reaksiyon sonucu sertleşmesi esasına dayalı bir üretim yöntemidir. Bu uygulamada ki reçineler genellikle poliüretan (PUR) olup kimi zaman disiklopentadien (DCPD)'de kullanılmaktadır.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / I. Reaksiyonlu Üretim (RIM, RRIM, SRIM)

TAKVİYELİ REAKSİYONLU ENJEKSİYONALIPLAMA (RIM ve RRIM)

RRIM prosesinde iki ya da daha fazla reaktif reçine tartılıp, yüksek basınç altında karıştırılarak, termoset bir polimer oluşturmak üzere kalıp içine enjekte edilir ve kalıp içinde sertleşme sağlanır. RRIM kalıplama yönteminde reçinenin özelliklerini geliştirmek üzere takviye malzemeleri kullanılır. Takviye malzemesi kullanılmayan yöntem ise RIM denir. Takviye malzemesi olarak kullanılan öğütülmüş lifler karıştırma işleminden önce doğrudan doğruya reçine içerisine ilave edilebilir. Ölçüm işlemleri yüksek basınçlı pompalar veya enjeksiyon silindirleri sayesinde tamamlanır. Genellikle küçük bir “karıştırma odası” kullanılır. İki farklı reçine akışı, yüksek basınç altında ve birbirine ters yönden karıştırma odasına alınır. Karıştırma, bu iki reçine akışının karşılaşmasıyla oluşan yüksek enerji sayesinde gerçekleşir. Düşük viskoziteli reçine karışımı, nispeten düşük basınçla (3,5 bar) kalıba enjekte edilir. Polimerizasyon, kalıp boşluğunda hızlı bir şekilde, dışarıdan ayrıca ısı gerektirmeden gerçekleşir.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / I. Reaksiyonlu Üretim (RIM, RRIM, SRIM)

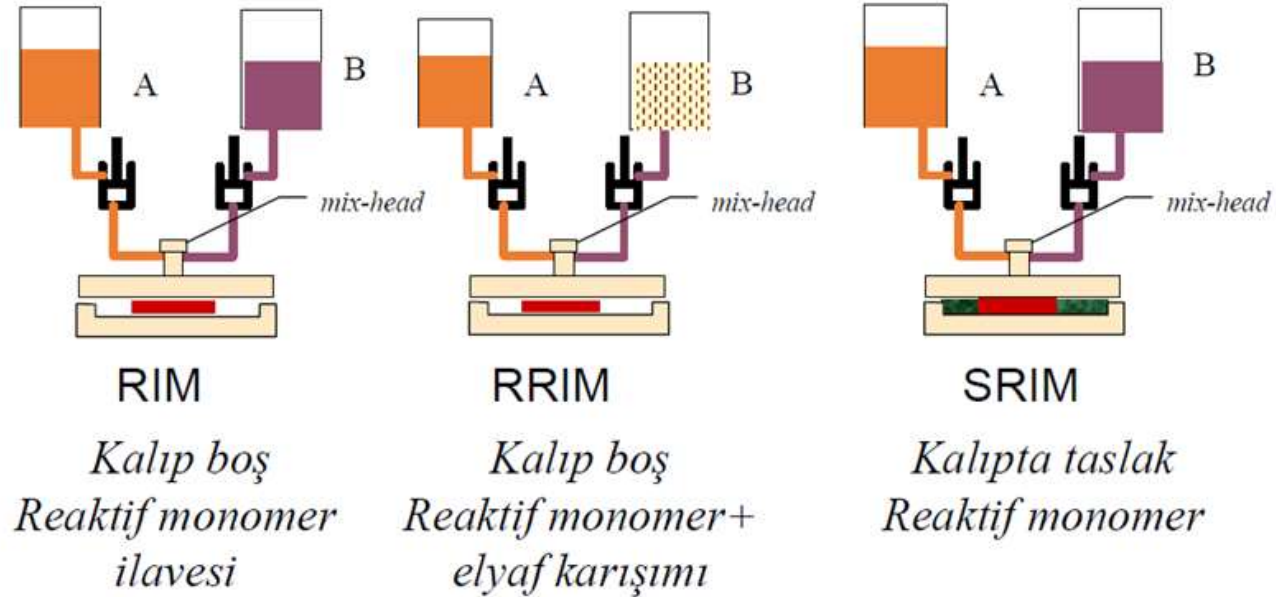
Termoplastik enjeksiyon kalıplama uygulamalarındaki aksine, RIM ve RRIM proseslerinde reçine akımlarının birleşme hattı mukavemet kaybıyla sonuçlanan herhangi bir zayıf nokta oluşturmaz. Günümüzde, taşımacılık, RRIM ürünlerinin kullanıldığı en önemli pazardır. Otomotiv ve kamyon uygulamalarında kullanılan RRIM parçaların başında A sınıfı yüzeye sahip gövde panelleri, ön paneller, tampon bağlantıları, stepne yuvaları ve benzeri ürünler gelmektedir. Poliüre/amid gibi reaktifliği kontrol edilebilir reçinelerin kullanımı daha büyük makineleri, daha geniş parçaları, gündeme getirmiştir. Nitekim, RRIM yöntemi kullanılarak, 45 kg.'dan daha ağır olan, geniş yüzeyli parçalar üretilmektedir. 1988'de, 55 kg. ağırlığında, SRIM yöntemi ile kalıplanmış treyler yatağı, kompozit pazarına tanıtılmıştır. Daha gelişmiş uygulamalar, gelecekte RRIM ürünlerin, pazarda daha çok yer alacağına işaret etmektedir.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / I. Reaksiyonlu Üretim (RIM, RRIM, SRIM)



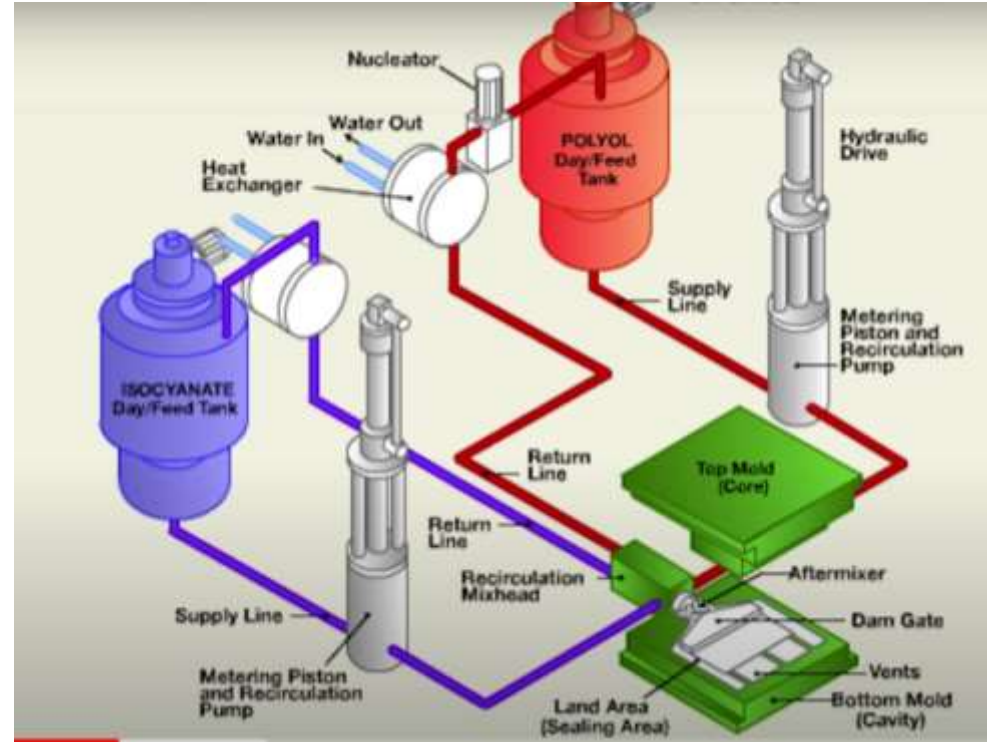
Bütün aşamalarda reaktif bir sıvı reçine vardır





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp Üretim Teknolojileri / I. Reaksiyonlu Üretim (RIM, RRIM, SRIM)





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.2. Kapalı Kalıp retim Teknolojileri / I. Reaksiyonlu retim (RIM, RRIM, SRIM)





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.3. Termoset Kompozit Malzeme Uygulama Alanları

Kompozit malzemeler, düşük yoğunluk ve yüksek mukavemet gibi özellikleri bir arada barındırması sebebiyle pek çok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Global kompozit pazarı her yıl yaklaşık %10 büyümektedir. 2020'li yıllarda en büyük artış havacılık, otomotiv ve yapı sektörlerinden beklenmektedir. Küresel pazarın önümüzdeki 10 yıl içinde kendini iki kattan daha fazla büyütmesi öngörülmektedir.

Son dönemlerde yaşanan deprem yıkımları, bina güçlendirme teknikleri ile birlikte kompozit malzemeleri ve uygulamalarını ülkemizde daha da bilinir konuma getirmiştir.

Termoset kompozitlerin kullanım alanı oldukça geniştir ve yaygınlaşmaya devam etmektedir. Sektörel kapsamda örnekler aşağıda verilmiştir;





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.3. Termoset Kompozit Malzeme Uygulama Alanları



- İnşaat – Bina Güçlendirme
- Denizcilik
- Raylı Sistemler
- Rüzgar Enerjisi
- Uzay ve Havacılık
- Savunma Sanayii
- İnşaat
- Eğlence
- Spor Ekipmanları
- Otomotiv
- Robot Teknolojisi
- Kimya Sanayisi
- Elektrik-Elektronik Teknolojisi
- Müzik Aletleri Endüstrisi
- Gıda ve Tarım Sektörü





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3. Termoplastik Kompozit Malzeme Üretim Teknolojileri Ve Uygulamaları



Termoplastik granüller ısıtıldığında yumuşarlar ve daha da fazla ısı uygulandığında akışkan hale geçerler. Hiçbir kimyasal bağlanma olmadığından kütleme işlemi %100 geri dönüşümlüdür. Bu özellik, termoplastiklerin malzemenin fiziksel özelliklerini olumsuz yönde etkilemeden tekrar kullanılmasını ve geri dönüştürülmesini sağlar. Termoplastik polimerlerin örnekleri arasında; PE, PVC, ABS, SAN, TPU, PP vb. bulunur.

Termoplastiklerin Avantajları:

- Yüksek oranda geri dönüştürülebilir
- Yüksek darbe dayanımı
- Yeniden şekillendirme yetenekleri
- Kimyasallara dayanıklı
- Estetik açıdan üstün yüzeyler
- Sert kristal şeffaf veya lastiksi hammadde seçenekleri

Termoplastiklerin Dezavantajları:

- Üretim için ilk yatırım ve kalıp maliyetlerinin pahalı olması
- Düşük ısılarda yumuşaması ve hatta erimesi





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3. Termoplastik Kompozit Malzeme Üretim Teknolojileri Ve Uygulamaları



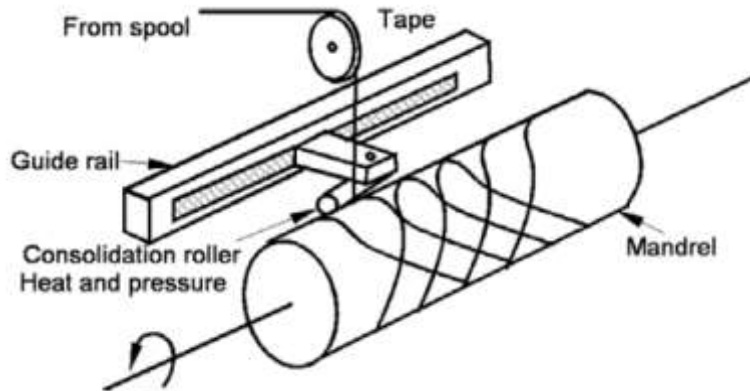
Termoset kompozitler için mevcut imalat proseslerinin birçoğu (örn. Filament sarım ve pultrüzyon) termoplastik kompozit parçaların üretimi için de kullanılır.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

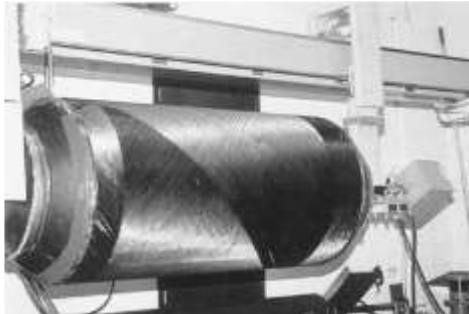
1.3.1. Termoplastik Açık Kalıp Üretim Yöntemleri / a. Bant/Bobin Sarma



Termoplastik bant sarma, termoplastik filament sarım olarak da adlandırılır. Bir termoplastik prepreg bant mandrel üzerine sarılır. Bant yerine, karıştırılmış lifler de kullanılabilir. Termoplastiklerin eritilmesi ve sağlamlaştırılması için makaranın ve mandrelin temas noktasında ısı ve basınç uygulanır.

Malzeme seçenekleri (Termoplastik prepreg bantlar);

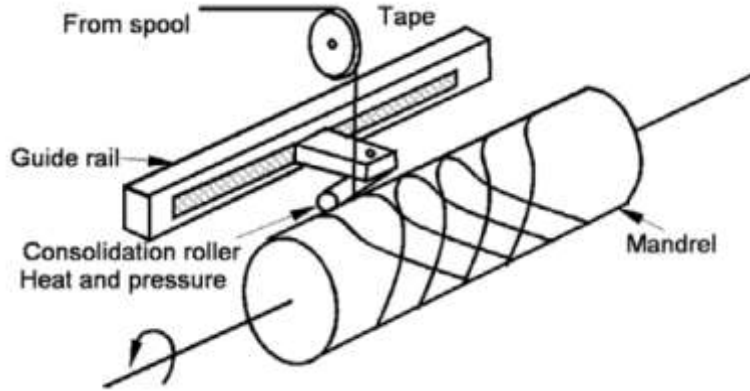
- Takviye elyafları, Karbon, cam ve arami, ayrıca doğal elyaflar
- Çeşitli reçineler, örneğin polietereterketon (PEEK), polifenilen
- Sülfid (PPS), poliamit (nylon 6), polieterimid (PEI), polipropilen (PP)
- Polimetilmetakrilat (PMMA) bantla sarılmış yapılar yapmak için kullanılır
- En yaygın prepreg bantlar karbon / PEEK (APC-2), karbon / nylon ve karbon / PPS'dir.
- Karıştırılmış lifler (takviye edici ve matris elyafları) da bu yöntemde kullanılır.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.1. Termoplastik Açık Kalıp Üretim Yöntemleri / a. Bant/Bobin Sarma



Isı ve basıncı uygulamak için yöntemler aşağıda verilmiştir;

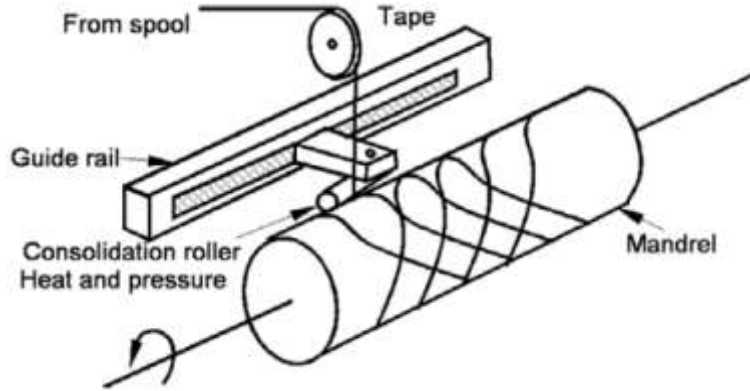
- Ergime ve birikim için gerekli ısı, indüksiyon veya dirençli olabilir sıcak rulolarla sağlanabilir.
- Yüksek frekanslı dalgalar, termoplastik moleküllerin titreşmesini sağlayarak malzemeyi ısıtabilir. Bununla birlikte, bu yöntem yalnızca polar molekülleri içeren termoplastiklerle çalışır.
- Isı kaynağı olarak açık alev veya bir asetilen gazlı meşale kullanılabilir, ancak genellikle çok sıcaktır bu nedenle polimer bozulabilir.
- Isıtma için sıcak hava veya sıcak azot gazı kullanılabilir. Bu, laminatın konsolidasyonu için düşük maliyetli bir alternatiftir ancak atmosferdeki oksidasyon probleminden dolayı zayıf ısı verimi ve degradasyona sahiptir.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.1. Termoplastik Açık Kalıp Üretim Yöntemleri / a. Bant/Bobin Sarma



Uygulama;

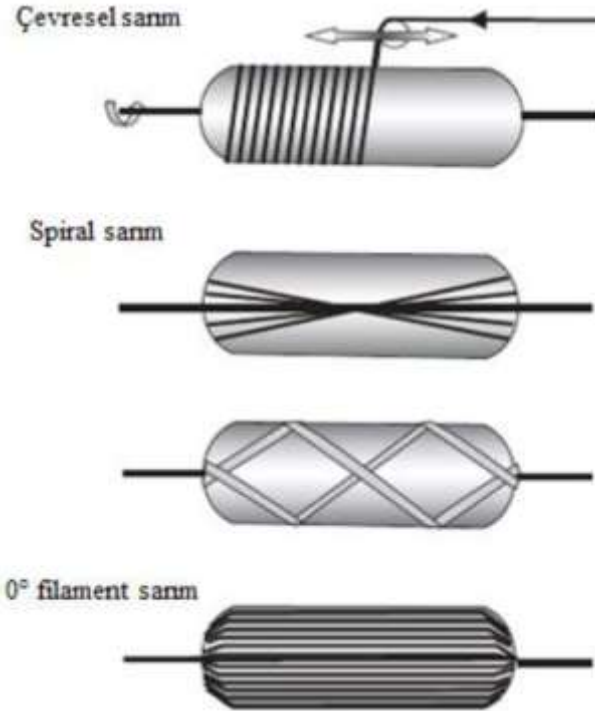
- Emdirilmiş fitil ya da prepreg bant bir ısıtma kafası tarafından ısıtılır.
- Bir eksen üzerinde dönen mandren tarafından fitil ya da prepreg sarılır.
- Isı ve basınçla birlikte birleşme sağlanır.
- Daha sonra sertleşmesi için soğumaya bırakılır.
- Lifler burada, eksene dik, eksene paralel ya da eksen üzerinde belirli bir açıda eğimli olarak sarılabilir. Sarım örnekleri aşağıdaki görselde verilmiştir.
- Bu yöntemin avantajlarına bakıldığında, takviye seviyesi, %60 ile %70 hatta %80 seviyelerine kadar çıkabilmektedir. Bu da yüksek oranda mekanik özellikler elde etmeyi sağlamaktadır. Ayrıca sargı açılarını değiştirerek, seçilen yönlerde özellikler geliştirilebilir.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

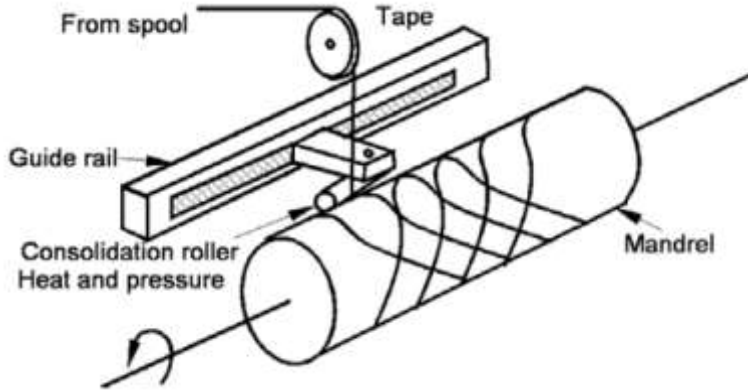
1.3.1. Termoplastik Açık Kalıp Üretim Yöntemleri / a. Bant/Bobin Sarma





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.1. Termoplastik Açık Kalıp Üretim Yöntemleri / a. Bant/Bobin Sarma



Yöntemin avantajları:

- Bant sarımı, termoset filament sargısına kıyasla daha temiz bir üretim yöntemidir.
- İç bükey yüzeyler helisel sargılar gerçekleştirilebilir.
- Kalın ve geniş kompozit yapıların kesintiye uğramadan üretimi oluşturulabilir.
- Bu durum termoset reçinelerde oluşan ekzotermik reaksiyon ve artık gerilim nedeniyle gerçekleştirilememektedir.
- Bant sargısı yapıya üst yüzey şekil verilebilme olanağı sunar.
- Üretim sırasında stiren emisyonu endişesi yoktur.
- İkincil bir prosese gerek yoktur (Post kütleme).

Yöntemin dezavantajları:

- İşlem karmaşıktır.
- Süreç, yüksek bir sermaye yatırımı gerektirir.
- İyi bir konsolide parça elde etmek bu yöntemde oldukça zordur.
- Bant sarımı ile elde edilen ürünlerin kalitesi ıslak reçineli iplik sargısı ile elde edilenin kalitesinden daha düşüktür. Sarmal bant sargılar sırasında, katılan bantların ara yüzeylerinde boşluklar ve gözenekler oluşur.
- Bant sarımı için hammadde maliyeti ıslak reçineli filament sargısına kıyasla çok yüksektir.



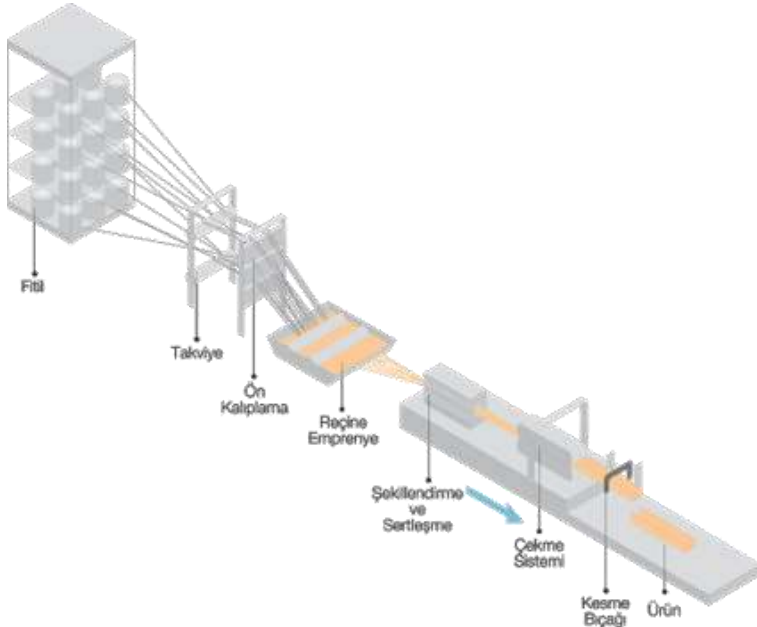


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.1. Termoplastik Açık Kalıp Üretim Yöntemleri / b. Profil Çekme/Pultrüzyon

Proses, Termoset Profil Çekme/Pultrüzyon maddesinde anlatılmıştır. Termoplastik Pultrüzyonun Termoset muadilinden farkları aşağıda verilmiştir;

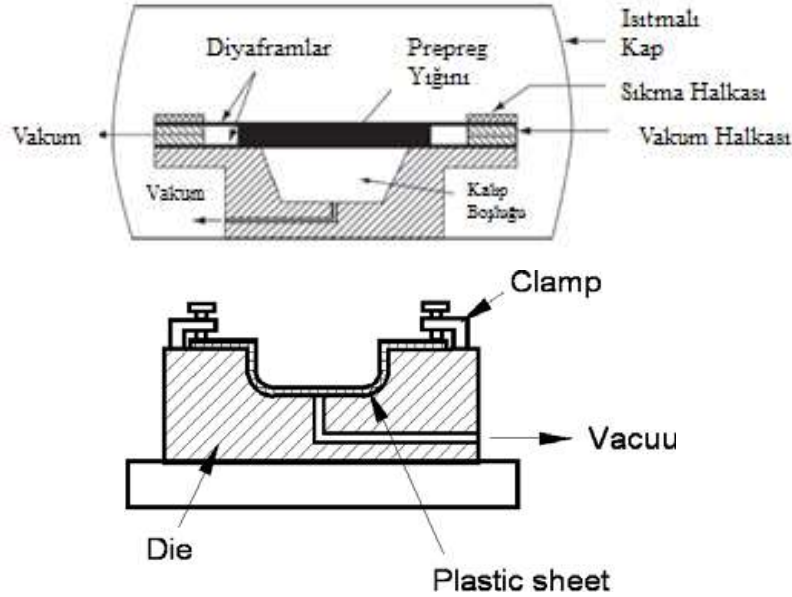
- Termoset profil çekme yöntemine kıyasla düşük yüzey özellikleri, zayıf reçine doyumu ve proses zorlukları nedenlerinden ötürü yaygın ticari uygulaması mevcut değildir.
- Yeniden şekillendirilmesi tercih edilen tokluk geri dönüşüm tamir edilebilme ve yüksek performans aranan uygulamalarda tercih sebebi olabilir.
- Ticari olarak kare dairesel tüpler, açılar şeritler kanallara gibi birçok basit geometrik enine kesite sahip malzemelerin üretiminde kullanılabilir.
- Hammaddeler; termoplastik reçinelerin büyük bir kısmı bir matris malzemesi olarak kullanılabilir, ancak en sık kullanılanlar naylon, polipropilen, poliüretan, PEEK, PPS ve PEI'dir. Çoğu durumda takviye olarak cam ve karbon elyafları kullanılmıştır. Prepregler, karıştırılmış elyaflar ve yukarıdaki matris ve takviye malzemeleri ile yapılmış toz emprenye lifleri kullanılmıştır.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.1. Termoplastik Açık Kalıp Üretim Yöntemleri / c. Diyafram Şekil Verme



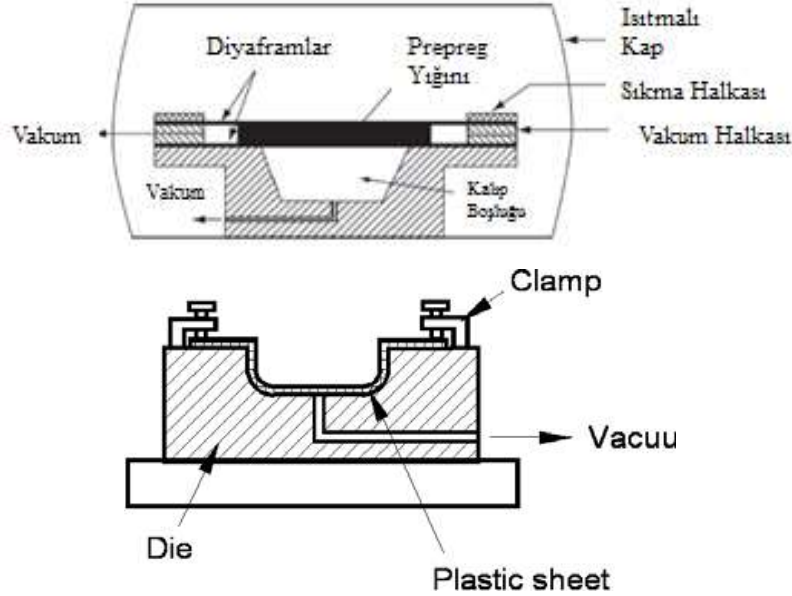
Bu işlemde, iki diyafram arasında serbestçe yüzen, termoplastik prepreg tabakalarının sandviçlenmesi gerçekleştirilir. Diyaframlar arasındaki hava boşaltılır ve termoplastik tabakalar, matrisinin erime noktasının üstündeki sıcaklığa kadar ısıtılır. Diyaframlar üzerine basınç uygulanır, uygulanan bu basınç, diyaframların şeklinin bozulmasına ve kalıbın şeklini almasına neden olur. Tabakalar matrisin erime noktası sıcaklığının üzerinde esnekleşir ve kolayca kalıbın şeklini alır. Şekillendirme işleminin tamamlanmasının ardından kalıp soğutulur, diyaframlar çıkartılır ve kompozit elde edilmiş olur. Bu tekniğin avantajlarından biri çift eğrili kompozitlerin oluşturulabilmesidir. Bu şekillendirme işleminin kritik noktası diyaframların sertlikleridir. Çünkü yüksek kalıplama basınçlarının gerekli olduğu yerlerde, sert diyaframlara ihtiyaç bulunmaktadır. Diyaframla şekillendirme yönteminin şematik resmi, aşağıda verilmiştir.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.1. Termoplastik Açık Kalıp Üretim Yöntemleri / c. Diyafram Şekil Verme



Diyafram malzemesi, metalik, süper plastik alüminyum alaşımı veya termoplastik olabilir. Bazı uygulamalarda diyafram malzemesi olarak, silikon kauçuk da kullanılmıştır. Silikon kauçuğun avantajı, yeniden kullanılabilir olmasıdır. Çünkü diyafram zamanla deforme olur ve şeklini koruyamaz. Diyafram malzemesinin önemli özelliği, yüksek sıcaklıklara dayanabilmesi ve gerilme sırasında yırtılmamasıdır.

Bu işlem özellikle termoplastik prepreglerle çalışmak için geliştirilmiştir. Diyafram oluşturma prosesinde, birleşik levha formundaki prepreg tabakalar iki esnek diyafram arasına yerleştirilir ve daha sonra bir dış kalıbına karşı ısı ve basınç altında oluşturulur. Prepreg katmanları iki kısıtlı diyafram arasında serbestçe yüzer.



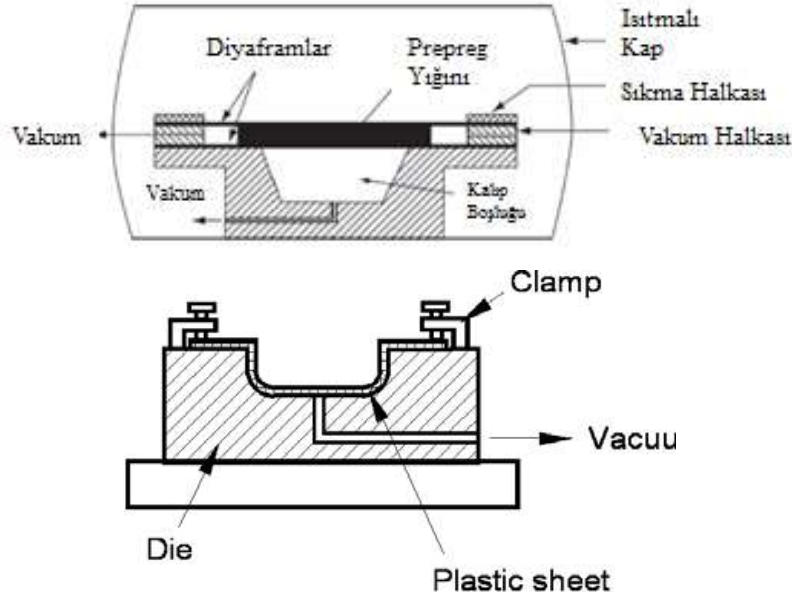


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.1. Termoplastik Açık Kalıp Üretim Yöntemleri / c. Diyafram Şekil Verme

Başlıca Uygulamalar;

Bu yöntem henüz ticari açıdan önem kazanmamıştır. Bu işlemin ham maddesi sıcak pres tekniği için olanla aynıdır. Burada, kompozit tabaka, tek yönlü prepreg materyallerini arzulan bir sırayla ve yönünde istifleyerek oluşturulur. Karbon/PEEK (APC-2), karbon/PPS, karbon/naylonvecam/naylon prepregler, kompozit levhalar yapmak için sıklıkla kullanılır.



Diyafram Oluşturma Sürecinin Avantajları;

- Mükemmel yapısal özellikler sunar, çünkü sürekli lifler kullanılır.
- Tekdüze kalınlıktaki makul derecede karmaşık şekiller üretilebilir.
- Makul ölçüde yüksek üretim verimlilik mevcuttur.

Diyafram Oluşturma Sürecinin Sınırlamaları;

- Süreç, sabit kalınlığı olan parçaları yapmakla sınırlıdır.
- Karmaşık şekillerin üretimi sırasında üniform fiber dağılımının korunması bir zorluktur. Diyafram oluşturma işleminde, kompozit tabakalar diyaframlar arasında yüzerler ve izin verilen tüm deformasyon şekillerine serbesttirler.

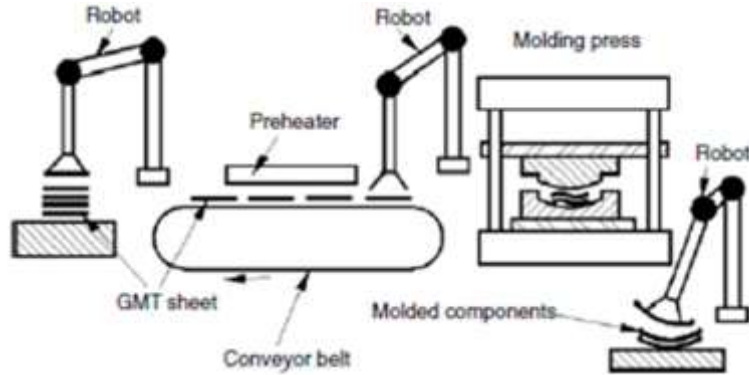




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.2. Termoplastik Kapalı Kalıp Üretim Yöntemleri / a. Sıkıştırılmalı Kalıplama (GMT)

GMT'nin (Cam Mat Termoplastik) sıkıştırılmalı kalıplaması, SMC tekniğinin sıkıştırılmalı kalıplamasına çok benzerdir, en büyük fark, süreçte kullanılan ham maddenin tipidir. Termoplastik sıkıştırma kalıplamada, yüksek hacimli parçalar yapmak için GMT kullanılır. Bu, termoplastik yapısal parçalar yapmak için yaygın ticari uygulamalarda kullanılan tek termoplastik üretim tekniğidir. İşlem öncelikle otomotiv endüstrisinde kullanılır. Süreç, SMC'nin sıkıştırma kalıplama işleminden iki ila üç kat daha hızlıdır.

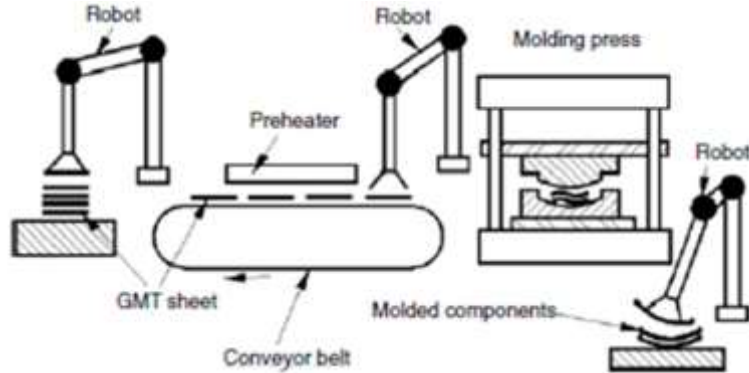




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.2. Termoplastik Kapalı Kalıp Üretim Yöntemleri / a. Sıkıştırılmalı Kalıplama (GMT)

Takviyeli termoplastik kompozit levha preslemesi, yüksek darbe mukavemeti ile sertliği bir arada sağlayan özel bir teknolojidir. Proseste termoplastik reçine ve cam elyafı takviyesinin önceden birleştirilmesiyle elde edilen levha kullanılmaktadır. Önceden belirlenen sıcaklıkta ısıtılmış bu levhalar, kalıp boyutuna uygun olarak plakalar halinde kesilir, uygun sıcaklığa gelen plakalar prese monte edilmiş mağalı kalıplar arasına yerleştirilir ve kalıplar kapatılarak plakalar şekillendirilir. Prosesin temeli, kızılötesi veya sıcak hava fırınında önceden ısıtılan kompozit plakaların preslenmesine dayanır. Polipropilen için plakaların ısıtılma sıcaklığı 200-215°C mertebesinde olup, ısıtılan plakalar yüksek hızda çalı şan prese yerleştirilir. Basınç aralığı 100-200 bar mertebesinde olup, kalıplama süresi parçanın kalınlığına bağlı olarak genellikle 30-90 saniye sürmektedir. Ortalama olarak, 42.500–105.500 kg./cm² arasında değişen bir eğilme modülü aralığı elde edilmektedir. Döküm evrimi süreleri tipik olarak 30sn ila 60sn arasında değişir. SMC kalıplama işleminden farklı olarak, kalıp boşluğuna döşenmeden önce, reçinenin erime sıcaklığının üzerinde bir konveyör donanımlı fırında ısıtılır.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.2. Termoplastik Kapalı Kalıp Üretim Yöntemleri / a. Sıkıştırmalı Kalıplama (GMT)



60 saniyeden daha kısa çevrim sürelerinde büyük parçalar üretme kabiliyeti ile kalıplama süreci, en verimli proseslerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu, yapısal termoplastik kompozit parçalar yapmak için endüstride kullanılan tek termoplastik üretim işlemidir. Bu süreç, tampon kirişleri, panolar, dizlikler ve diğer otomotiv yapısal parçaları yapmak için kullanılır.

Elyaf/m yüksek basınç gereklidir, matris ayrılmasını önlemek için yüksek reçine viskozitesi gereklidir. Reçine olarak öncelikle polipropilen kullanılmakla birlikte, PET, PBT ve PC (polikarbonat) gibi termoplastik reçine türleri de kullanılmaktadır.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.2. Termoplastik Kapalı Kalıp Üretim Yöntemleri / a. Sıkıştırılmalı Kalıplama (GMT)



GMT KALIPLAMA YÖNTEMİNİN AVANTAJLARI;

- Yüksek mukavemet, yüksek darbe dayanımı
- Çok amaçlı kullanılabilirlik
- Yüksek verimlilik
- Düşük spesifik ağırlık
- Geri dönüştürülebilirlik
- Uygun maliyet
- İyi kimyasal dayanım

GMT KALIPLAMA YÖNTEMİNİN DEZAVANTAJLARI;

- Yatırım harcamaları SMC de olduğu gibi yüksektir ve benzer kısıtlamaları vardır.
- Kullanıcı sayısının az olması sonucu olarak, rakip malzemelere göre fiyat performansı düşük kalmaktadır.
- Isı dayanımları termoset reçinelerin kullanıldığı proseslerde olduğu kadar yüksek değildir.



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.2. Termoplastik Kapalı Kalıp Üretim Yöntemleri / b. Sıcak Presleme/Termoplastik Prepreg

Sıcak presleme prosesi, termoplastik prepreg basınçlı kalıplama, veya eşleşmeli kalıp tekniği prosesi olarak da tanımlanır. Proseste termoplastik prepregler (tek-yönlü sürekli fiberler içeren) yığınlar halinde dizilir ve ısıtılmış kalıplar arasına yerleştirilir. Bu proses esas olarak sabit kalınlıkta düz laminat gibi formların üretilmesinde kullanılır.

Hazır kalıplama sınıflarının; metal kalıplarda preslenerek ısı ve basınç kullananların sertleştirilmesi esasına dayalı bir üretim yöntemidir.

Bu yöntem, temel olarak düz laminatlar gibi kısmen basit şekillerin yapılması için kullanılır. Sabit ve düşük kalınlığı olan parçaları yapmak için idealdir. Bu proseste kullanılan hammadde, termoplastik prepreglerdir. Tek yönlü lifler. Karbon fiber ve PPS çoğunlukla bu uygulama için kullanılır. Karbon, cam ve kevlar yerine PP, naylon gibi ve diğer bazı tipteki plastikler de kullanılabilir. Parçalar geri dönüşümlüdür.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.2. Termoplastik Kapalı Kalıp Üretim Yöntemleri / b. Sıcak Presleme/Termoplastik Prepreg

Termoplastik malzemelerin avantajları:

- Geri dönüşüm: termoplastik malzemeler granüller haline getirilerek ikinci kalite de olsa yeniden ürün üretilebilir.
- Üretim maliyeti: fire ürünlerin parçalanarak tekrar üretimde kullanılabilmesi sayesinde fire maliyetlerinin düşük olması.
- Darbe dayanımı: esnekliği sayesinde bükülme ve noktasal darbelerde esnekliği sayesinde şekil bozulmasına uğrasa da kırılmaz bir yapısı vardır.

Termoplastik malzemelerin dezavantajları:

- Düşük ısıl dayanım: Termoplastiklerin eritilerek geri dönüştürülebilme özelliği bulunduğundan ısıl dayanımın istendiği alanlarda kullanılamaz.

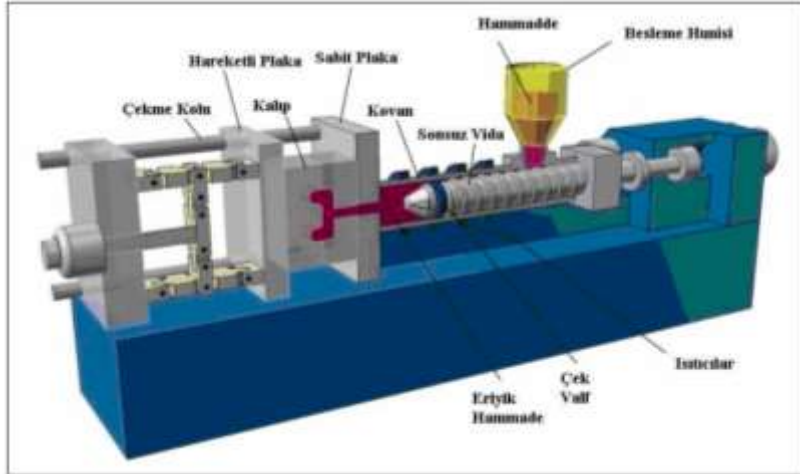




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.2. Termoplastik Kapalı Kalıp Üretim Yöntemleri / c. Enjeksiyon Kalıplama

Enjeksiyon ile kalıplama seri imalat için en uygun yöntemdir. Genellikle termoplastiklere uygulanan bu yöntem, bazı ek önlemler alınarak termosetlere de uygulanabilir. Günümüzde PE, PS, PP, ABS, SAN, Naylon başta olmak üzere birçok polimer bu yöntem ile işlenmekte ve çok çeşitli ürünler elde edilmektedir. Plastik parçalar temel olarak, toz veya granül halde olan plastik reçinesinin eritilmesi, kalıp boşluğına doldurulması ve kalıptan çıkarılması kademelerinden geçirilmesi ile üretilirler. Plastik reçinesi, besleme hunisinin titreşimi ve vidanın dönme hareketi ile enjeksiyon makinesine beslenir. Daha sonra uygulanan ısıtma ve vidanın aksel dönüş hareketi ile oluşan sürtünme ısı ve basıncın etkisiyle eritilip kovan çıkışına (kalıba) doğru iletilir. Eriyik reçine, vidanın ileri doğru ani olarak itilmesi ile silindir çıkışına takılan kalıbın içerisine sıvı halde enjekte edilir. Kalıbın kapama gücü ile 50-260 MPa aralığında oluşturulan yüksek basınç altında 15-20 saniye tutulan ürün, daha sonra soğutulur ve kalıbın hareketli bölümünün açılmasıyla itici pimler kullanılarak katı halde dışarı alınır.

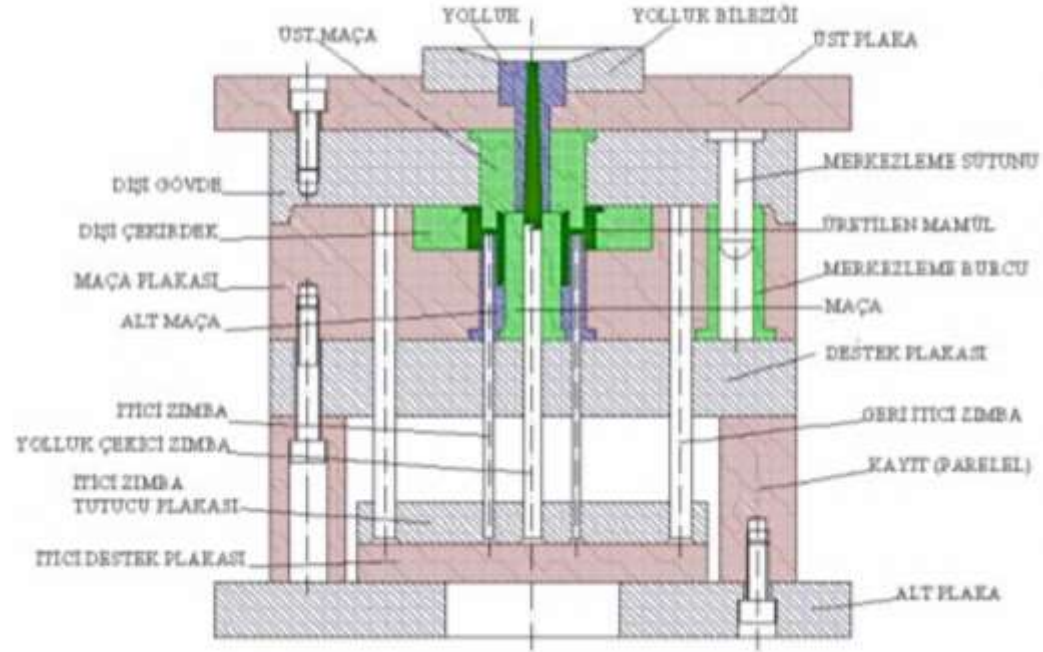




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.2. Termoplastik Kapalı Kalıp Üretim Yöntemleri / c. Enjeksiyon Kalıplama

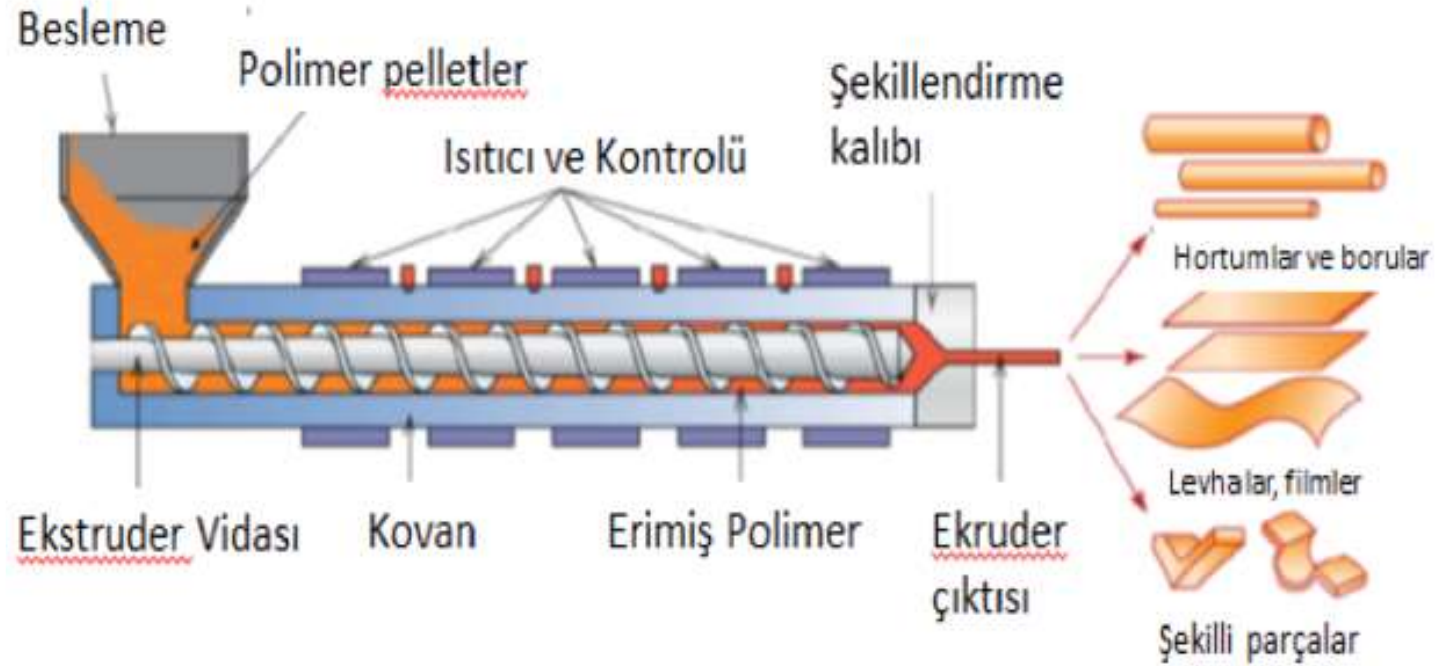
Plastik enjeksiyon kalıpları:





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.2. Termoplastik Kapalı Kalıp Üretim Yöntemleri / c. Enjeksiyon Kalıplama





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.2. Termoplastik Kapalı Kalıp Üretim Yöntemleri / d. Çift Vidalı Ekstrüder



Çift vidalı ekstrüder, güçlendirilmiş plastiklerin üretiminde yaygın olarak kullanılan bir ekipmandır. Geri kazanılmış malzemeler ile endüstride kullanılan mühendislik plastiklerinin hazırlanması, geri kazanılmış kauçuk malzemelerin şok emici katkı malzemeleri olarak polimer matris içerisine yüklenmesi, Türkiye’de yaygın olarak bulunan ancak sınai anlamda yurtiçinde değerlendirilmeyen zeolit, huntit, dolomit gibi madenlerin kullanımı ile kompozit malzeme hazırlanması, kısa cam elyafı ya da karbon elyafı takviyeli polimerik kompozitler hazırlanması, yenilenebilir kaynaklardan elde edilecek güçlendirme ve dolgu malzemeleri ile endüstriyel kullanım imkanı sağlayan kompozit malzemeler üretilmesi, bio-bozunur polimerik malzemelerin üretim faaliyetleri ve araştırmaları, çift vidalı ekstrüder ile mümkün olmaktadır.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.2. Termoplastik Kapalı Kalıp Üretim Yöntemleri / d. Çift Vidalı Ekstrüder



Çift vidalı ekstrüder, güçlendirilmiş plastiklerin üretiminde yaygın olarak kullanılan bir ekipmandır. Geri kazanılmış malzemeler ile endüstride kullanılan mühendislik plastiklerinin hazırlanması, geri kazanılmış kauçuk malzemelerin şok emici katkı malzemeleri olarak polimer matris içerisine yüklenmesi, Türkiye’de yaygın olarak bulunan ancak sınai anlamda yurtiçinde değerlendirilmeyen zeolit, huntit, dolomit gibi madenlerin kullanımı ile kompozit malzeme hazırlanması, kısa cam elyafı ya da karbon elyafı takviyeli polimerik kompozitler hazırlanması, yenilenebilir kaynaklardan elde edilecek güçlendirme ve dolgu malzemeleri ile endüstriyel kullanım imkanı sağlayan kompozit malzemeler üretilmesi, bio-bozunur polimerik malzemelerin üretim faaliyetleri ve araştırmaları, çift vidalı ekstrüder ile mümkün olmaktadır.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.1. Termoplastik Açık Kalıp Üretim Yöntemleri / d. Çift Vidalı Ekstrüder



Çift vidalı ekstrüderlerin tek vidalı ekstrüderlere göre birçok avantajı vardır. Malzemeyi ekstrüdere daha iyi besleme ve vida boyunca daha iyi taşıma özellikleri sayesinde, ekstrüder içinde ilerlemesi zor olan toz veya kaygan özellik gösteren malzemelerin işlenmesine olanak sunarlar. Proses esnasında malzemeyi iyi karıştırmaları ve malzemeye iyi ısı transferi sağlamaları neticesinde, işlenen plastik malzemenin sıcaklık kontrolü de çok daha sağlıklı biçimde yapılabilir. Sıcaklığa çok duyarlı olan plastik malzemelerin işlenmesinde, bu çok önemli bir özelliktir.

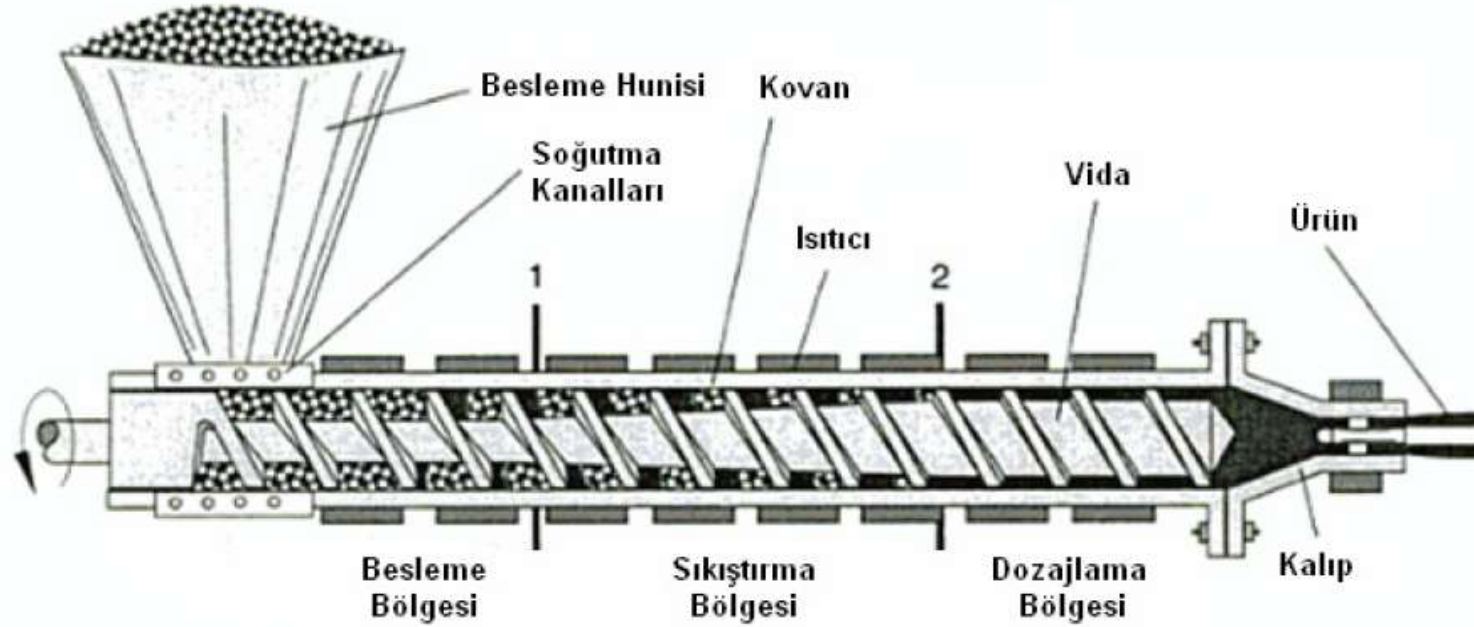
Boru ve profil ekstrüzyonunda kullanılan çift vidalı ekstrüderlerin vida diş üstü ile vida kanal profili iç içe geçer ve aralarında çok az boşluk bulunur. Bu nedenle, 10-40 dev/dk gibi düşük hızlarda çalışırlar. Buna karşılık, eş dönüşlü ve birbirine geçmeli vidalara sahip ekstrüderlerin hızları 300-600 dev/dk mertebelerine kadar ulaşmaktadır. Bu tip yüksek hızda çalışan ekstrüderler, plastik kompaund yapma işleminde kullanılırlar.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

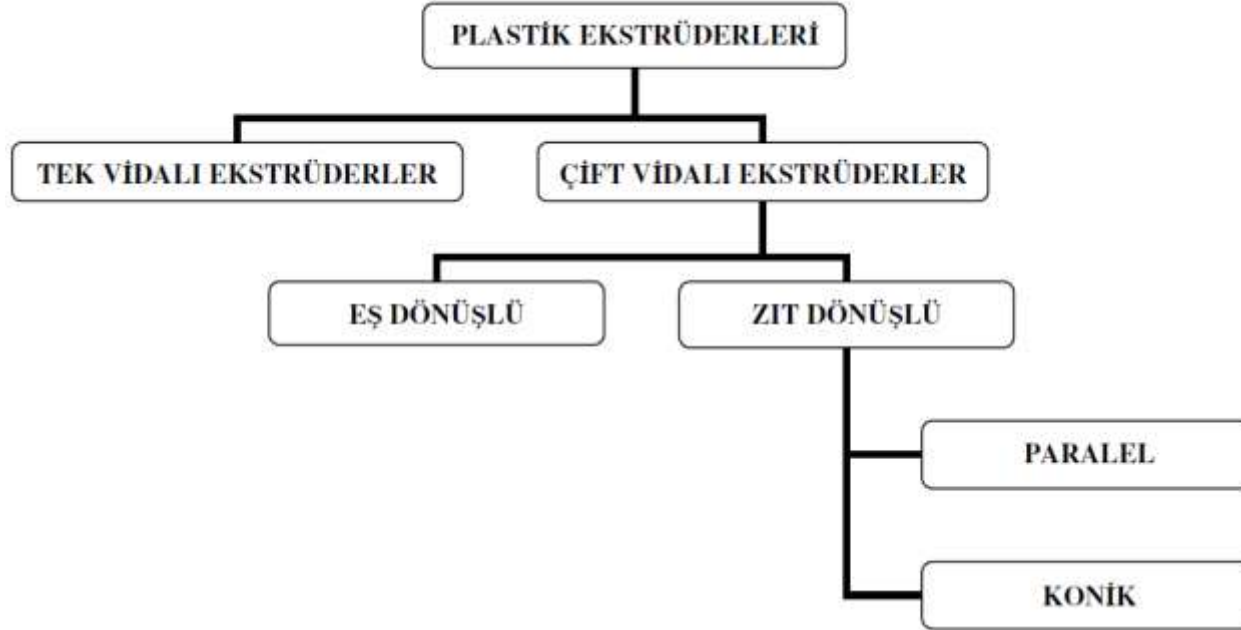
1.3.1. Termoplastik Açık Kalıp Üretim Yöntemleri / d. Çift Vidalı Ekstrüder





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

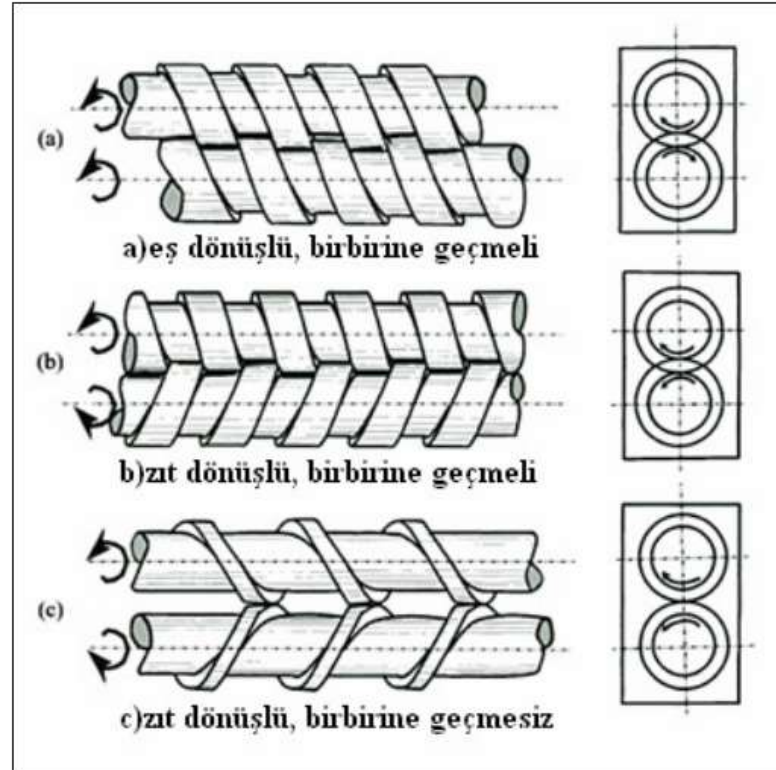
1.3.1. Termoplastik Açık Kalıp Üretim Yöntemleri / d. Çift Vidalı Ekstrüder





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.1. Termoplastik Açık Kalıp Üretim Yöntemleri / d. Çift Vidalı Ekstrüder





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.3. Termoplastik Kompozit Malzeme Uygulama Alanları



- Denizcilik
- Raylı Sistemler
- Rüzgar Enerjisi
- Uzay ve Havacılık
- Savunma Sanayii
- İnşaat
- Eğlence
- Spor Ekipmanları
- Otomotiv
- Robot Teknolojisi
- Kimya Sanayisi
- Elektrik-Elektronik Teknolojisi
- Müzik Aletleri Endüstrisi
- Gıda ve Tarım Sektörü



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.3.3. Termoplastik Kompozit Malzeme Uygulama Alanları

Ürün Bazlı Örnekler;

- Cam sileceği; %30 Cam+PBT
- Filtre kutusu; Mercedes, %35 Cam+ Poliamid 66
- Pedallar; %40 Cam+ Poliamid 6
- Dikiz Aynası; % 30 Cam+ABS
- Far Gövdesi; BMW, %30 Cam + PBT
- Hava Giriş Manifoldu; BMW, Ford, Mercedes, %30 Cam+ Poliamid 6
- Otomobil Gösterge Paneli; GMT





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

İlginiz için Teşekkür Ederiz!

E-Mail: info@butexcomp.com



BUTEXCOMP hakkında daha fazla bilgi için:
www.butexcomp.org



@butexcomp

